E 2040

R

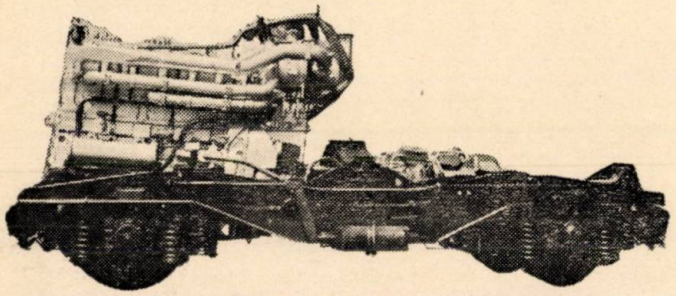
ELECTROTEHNICA

1

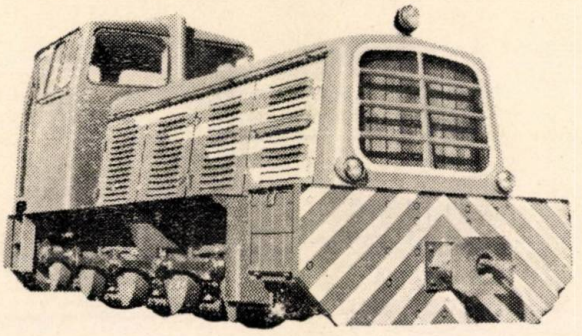
Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 1 ★ p. 1—40 ★ ianuarie 1963

UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

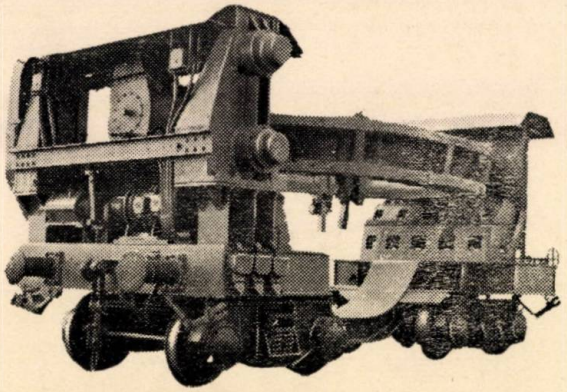
BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



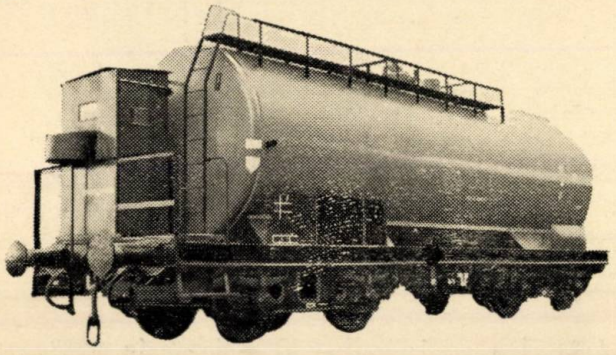
LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm



VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

ORSZÁGOS RÚSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 1 ianuarie 1963

CUPRINS

CZ 621.313.322.045.7 – 82

Nicolaide, A. : **Calculul parametrilor înfăşurărilor de amortizare ale maşinilor sincrone cu poli aparenţi.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 1 p. 1–10

Se indică o metodă de calcul al parametrilor amortizoarelor maşinilor sincrone. Se insistă asupra operaţiei de raportare a parametrilor la stator menţionîndu-se simplificările şi inexactităţile întîlnite în literatură. La stabilirea formulelor de calcul s-a urmărit să se ia în considerare în mod corect neuniformitatea întrefierului, efectul spaţiilor interpolare, scăpările suplimentare şi impedanţa inelelor de conexiune. Se dau de asemenea formule'e de calcul simplificate şi se indică tabele cu valorile coeficienţilor, care intră în aceste formule, pentru majoritatea cazurilor care se pot întîlni.

CZ 621.313.322.016.25

Nedelcu, V. N. : **Cu privire la expresia puterii reactive a maşinii sincrone.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 1, p. 11–13

În literatura de specialitate puterea reactivă a maşinii sincrone cu poli aparenţi se exprimă în coordonatele d – q – o. În ultimul timp s-a acordat o atenţie deosebită aşa-numitei puteri reactive instantanee. În articol se arată că formula clasică folosită pentru această mărime în regim de asimetrie completă nu reprezintă puterea reactivă.

CZ 621.315.623.71 :621.315.612.7

Popescu, Ch., Tănăsescu, Fl., Tenţulescu. D. şi Goldenberg, I. : **Cercetări asupra fabricării în R.P.R. a izolatorilor de suspensie cu capă, din sticlă călită.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 1, p. 14–22

Pe baza cercetărilor efectuate de IPCMC în colaborare cu ICET s-a elaborat tehnologia de fabricaţie a primului tip de izolator de sticlă romînesc. Rezultatele obţinute au dovedit caracteristicile electrice şi mecanice superioare ale acestui izolator. Realizat numai cu materii prime indigene el oferă posibilitatea de realizare a unor importante economii.

NOTE

CZ 621.316.925.451 :538.632

Fränkel, D. : **Scheme pentru relee direcţionale cu generator Hall.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 1, p. 23–26

Se discută critic schemele de compensare a componentei alternative a tensiunii Hall folosite la relee direcţionale de putere bazate pe generator Hall. Se propune o schemă pentru releul cu un singur element direcţional de putere. Se dau rezultate experimentale.

DIN EXPERIENTA U.R.S.S.

CZ 621.313.323 : 621.34.003.1

Siromiatnicov, I. A. : **Despre avantajele tehnico-economice ale motoarelor sincrone.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 1, p. 27–30

REFERATE, p. 31–35

CRONICĂ, p. 36–38

SCURTE ŞTIRI, p. 38

TEMATICA REVISTEI „ELECTROTEHNICA“ PE ANUL 1963, p. 39–40

Fotografia de pe coperta I reprezintă hala de încercări de înaltă tensiune de la ICET, cu generatorul de impuls de 1 MV, iar fotografia de pe coperta a IV-a, o serie unitară de amplificatoare magnetice elaborate de ICET și fabricate de întreprinderea Electrotehnica.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.313.322.045.7–82

Nicolaide A. C.: **Расчет параметров успокоительных обмоток и явнополюсных машин.**

Electrotehnica, *11*, (1963) № 1, стр. 1–10

Указывается метод расчета параметров успокоительных обмоток синхронных машин. Обращается внимание на приведение параметров к статору, при этом выявляются упрощения и неточности, встречающиеся в литературе. При определении расчетных формул имелось в виду правильно учесть неравномерность воздушного зазора, влияние межполюсных пространств, добавочное рассеяние и импеданс короткозамыкающих колец. Также указываются расчетные формулы в упрощенном виде и проводятся таблицы со значениями коэффициентов, входящих в эти формулы для большинства возможных случаев.

ДК 621.313.322.016.25.

Nedelcu V. N.: **К выражению реактивной мощности синхронной машины.**

Electrotehnica, *11* (1963), № 1, стр. 11–13

В литературе по специальности реактивная мощность синхронной явнополюсной машины выражается в координатах d–g–0, В последнее время уделялось особое внимание так называемой мгновенной реактивной мощности. В данной статье, указывается, что в режиме полной асимметрии классическая формула, применяемая для этой величины, не представляет собой реактивной мощности.

ДК 621.315.623.71 :621.315.612.7

Popescu Ch., Tănăsescu Fl., Tenţulescu D. и *Goldenberg I.*: **Исследования в области производства в РНР подвесных колпачковых изоляторов из закаленного стекла.**

Electrotehnica, *11* (1963), № 1, стр. 14–22

На основании исследований, произведенных в IPCMC совместно с ICET-ом, была выработана технология производства первого типа румынского стеклянного изолятора. Полученные результаты подвердили высокие электрические и механические характеристики этого изолятора. Он был изготовлен исключительно из отечественного сырья и дает возможность достигнуть больших экономий.

ЗАМЕТКИ

ДК 621.316.925.451 :538.632

Fränkel D.: **Схемы для реле направления с генератором Холла.**

Electrotehnica, *11* (1963) № 1, стр. 22–26

Критически обсуждаются схемы для компенсации переменной составляющей напряжения Холла, применяемые в реле направления мощности, основанных на генераторе Холла. Предлагается схема для реле с одним элементом направления мощности. Приводятся опытные результаты.

ИЗ ОПЫТА СССР

ДК 621.313.323. :621.34.003.1

Siromiatnicov I. A.: **О технико-экономических преимуществах синхронных двигателей.**

Electrotehnica, *11* (1963) № 1, стр. 27–30

РЕФЕРАТЫ, стр. 31–35

ХРОНИКА, стр. 36–38

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, стр. 38

ТЕМАТИКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА НА 1963 ГОД, стр. 39–40

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.322.045.7 – 82

Nicolaide, A. C. : **Berechnung der Parameter von Dämpfungswicklungen synchroner Schenkelpol-Maschinen.**

Electrotehnica, *11* (1963) H. 1, S. 1 – 10

Es wird ein Berechnungsverfahren für die Parameter der Dämpfungswicklungen von Synchronmaschinen erörtert, wobei die Parameter in Beziehung zum Ständer unter Erwähnung der im Fachschrifttum enthaltenen Vereinfachungen und Schätzungen ausgedrückt werden. Bei Bestimmung der Berechnungsformeln wurde die Absicht verfolgt, Ungleichförmigkeiten des Luftspalts, Wirkungen der Polzwischenräume, zusätzliche Verluste sowie die Impedanz der Schaltringe richtig in Rechnung zu stellen. Für die meist vorkommenden Fälle werden vereinfachte Berechnungsformeln sowie Beiwerttabellen angegeben.

DK 621.313.322.016.25

Nedelcu, V. N. : **Über den Ausdruck der Blindleistung synchroner Maschinen.**

Electrotehnica, *11*, (1963) H. 1. S. 11 – 13

Im Fachschrifttum wird die Blindleistung synchroner Maschinen mit Schenkelpolen nach den Koordinaten d – q – o ausgedruckt. In letzter Zeit wird der sogenannten momentanen Blindleistung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Beitrag wird nachgewiesen, dass die für diese Grösse angewende teherkömmliche Formeln im Betriebszustand vollständiger Asymmetrie nicht die Blindleistung darstellt.

DK 621.315.623.71 :315.612.7

Popescu Ch., Tănăsescu Fl., Tenţulescu D., und *Goldenberg, I.* : **Forschungen über die Erzeugung von Hängeisolatoren aus Hartglas.**

Electrotehnica, *11* (1963) H. 1, S. 14 – 22

Auf Grund der in dem Projektierungsinstitut IPCMC unter Mitarbeit von ICET vorgenommenen Untersuchungen wurde die Erzeugungstechnologie der ersten rumänischen Bautype eines Hartglasisolators ausgearbeitet. Die erzielten Ergebnisse erwiesen hervorragende elektrische und mechanische Eigenschaften dieser Bautype. Der ausschliesslich aus inländischen Rohstoffen hergestellte Isolator bietet die Möglichkeit bedeutender Ersparnisse.

NOTEN

DK 621.316.925.451 :538.632

Fränkel, D.: **Richtungsrelaisschaltung mit Hall-Generatoren.**

Electrotehnica, *11* (1963) H. 1. S. 23 – 26

Es werden die Kompensationsschaltbilder der alternativen Komponenten von auf Hall-Generatoren aufgebauten direktionalen Leistungsrelais untersucht und ein Relaisschaltbild mit einem einzigen direktionalen Leistungselement vorgeschlagen. Versuchsergebnisse werden angeführt.

AUS DER ERFAHRUNG DER UdSSR

DK 621.313 :621.34.003.1

Stromiatnikov, I. A. : **Technische und wirtschaftliche Vorteile von Synchronmotoren.**

Electrotehnica, *11* (1963) H. 1, S. 27 – 30

REFERATE, S. 31 – 35

CHRONIK, S. 36 – 38

KURZE NACHRICHTEN, S. 38

DIE THEMATIK DER ZEITSCHRIFT „ELECTROTEHNICA“ FÜR 1963, S. 39 – 40

BIBLIOTECA INSTITUTULUI POLITEHNIC BRAȘOV 1983

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 1 București, ianuarie 1963

Calculul parametrilor înfășurărilor de amortizare ale mașinilor sincrone cu poli aparenți

Andrei Nicolaide* – Brașov

CZ 621.313.322.045.7–82

Reactanțele supratranzitorii constituie unul din subiectele mult dezbătute în legătură cu funcționarea mașinilor sincrone, care a fost discutat și la reuniunea generală C.E.I. ținută în lunile iunie-iulie 1962 la București. Pentru a se putea determina aceste reactanțe în faza de proiect, este necesar să se calculeze cît mai exact parametrii electrici ai amortizorului.

În lucrarea de față se aduce o contribuție în acest sens.

Mașinile sincrone sînt prevăzute cu înfășurări de amortizare în special pentru scopurile următoare [1], [2], [3], [4]:

1) pornirea motoarelor și compensatoarelor sincrone;

2) prevenirea supratensiunilor la scurtcircuite nesimetrice și mărirea stabilității funcționării generatoarelor sincrone;

3) micșorarea oscilațiilor generatoarelor sincrone antrenate de motoare cu piston.

Înfășurării de amortizare îi corespund o rezistență și o reactanță longitudinală și o rezistență și o reactanță transversală [1], [5]. Acești parametri ai amortizorului sînt necesari pentru a se putea determina prin calcul care va fi comportarea mașinii la regimurile nesincrone examinate.

Formulele pentru calculul parametrilor indicate în literatură dau valori care diferă mult de la o lucrare la alta, iar uneori duc la rezultate inadmisibile. De altfel, fundamentarea lor teoretică nu poate fi considerată satisfăcătoare, după cum se va arăta mai jos. În lucrarea de față s-a urmărit stabilirea unor formule pentru calculul parametrilor înfășurării de amortizare, fundamentate teoretic, permițînd o bună exactitate.

S-a utilizat sistemul de unități rationalizat [5], care diferă de sistemul MKSA prin unitatea de lungime, 1 cm în loc de 1 m. Pentru mai multă simplitate, valorile reactanțelor și rezistențelor sînt exprimate în unități relative, indicate cu u.r.

* Ing. *A. Nicolaide* este lector la Institutul Politehnic Brașov.

I. Amortizoare cu inele de conexiune complete

Contribuții importante la calculul parametrilor amortizoarelor cu inele de conexiune complete au fost aduse în lucrările [6], [7], [8], [9], [10]. Totuși nici una dintre lucrările menționate nu permite să se ia în considerare în mod corect neuniformitatea întrefierului, efectul spațiilor interpolare, scăpările suplimentare și impedanța inelelor de conexiune. În lucrarea de față s-a căutat să se țină seama cît mai exact de toți factorii menționați.

Ipotezele simplificatoare sînt următoarele:

1. Se presupune că rezistența și reactanța de scăpări sînt aceleași pentru toate barele amortizorului.

2. Se presupune că repartiția curenților în barele amortizorului nu este modificată de impedanța inelelor de conexiune și de cîmpul produs de amortizor.

3. Se neglijează curenții turbionari în fier.

4. Se consideră amortizorul simetric față de axele polilor, iar barele, distribuite la distanțe egale pe piesa polară.

5. Se neglijează saturația fierului.

6. Coeficientul lui Carter se presupune constant pe tot lungul pasului polar.

7. Se va lua în considerare numai armonica fundamentală a tensiunii magnetomotoare a indusului mașinii sincrone. Indusul se presupune cu înfășurările fazelor identice.

În figura 1 este reprezentată schematic o secțiune printr-o mașină sincronă, cu un amortizor cu inele de conexiune complete, cu șapte bare pe pol.

Curbele inducției produse de armonica fundamentală a t.m.m. a indusului, în axele longitudinală și transversală, sînt reprezentate în figura 2, respectiv figura 3.

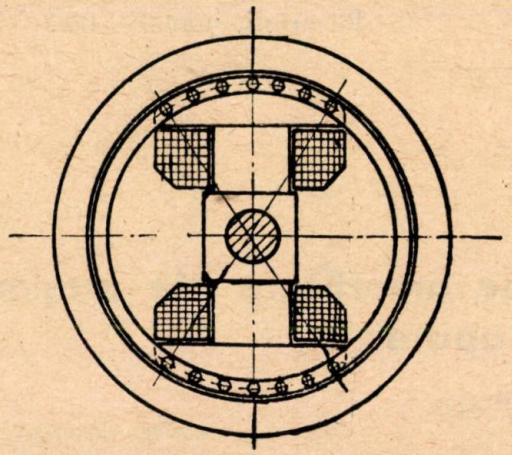


Fig. 1. Secțiune longitudinală, schematică printr-o mașină sincronă cu poli aparenți cu amortizor cu inele de conexiune complete.

Înfășurarea cu același număr de spire și cu același factor de bobinaj ca al înfășurării indusului, dar dispusă pe rotor, o vom numi înfășurare echivalentă longitudinală cînd este în axa longitudinală, și înfășurare echivalentă transversală cînd este în axa transversală. Transpunerea parametrilor amortizorului la aceste înfășurări se numește raportare la stator.

1. *Calculul rezistențelor și reactanțelor de scăpări ale amortizorului, efectul inelelor de conexiune și al scăpărilor suplimentare fiind neglijabil*

Pentru simplitate vom presupune indusul difazat, iar parametrii, odată obținuți, vom trece la indusul cu m faze. Cîmpul pulsatoriu

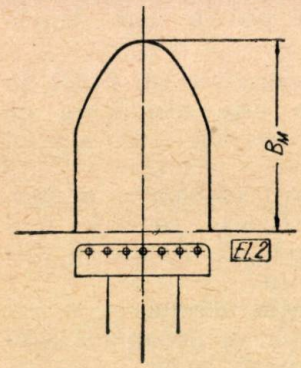


Fig. 2. Curba inducției magnetice produsă de armonica fundamentală a t.m.m. a indusului, în axa longitudinală.

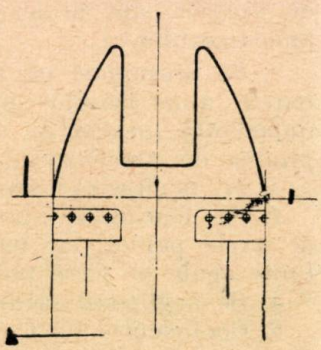


Fig. 3. Curba inducției magnetice produsă de armonica fundamentală a t.m.m. a indusului, în axa transversală.

produs de armonica fundamentală a t.m.m. a statorului în axa longitudinală este reprezentat în figura 2. Vom determina parametrii echivalenți longitudinali. Notăm cu B_M valoarea maximă a inducției cîmpului longitudinal sub a cărui acțiune se află amortizorul.

T.e.m. indusă în circuitul constituit de perechea de bare n este:

$$E_n = \frac{2\omega}{\sqrt{2}} l_i \int_0^{x_n} \frac{B_M \cos \frac{\pi}{\tau} x}{\delta_x} \, dx =$$

$$= \tau l_i \frac{\omega}{\sqrt{2}} B_M \int_0^{y_n} \frac{\cos \frac{y\pi}{2}}{\delta_y} \, dy. \qquad (1)$$

Notăm [9]:

$$k_{nd} = 2 \int_0^{y_n} \frac{\cos \frac{y\pi}{2}}{\delta_y} \, dy. \qquad (2)$$

Dacă se admite că întrefierul relativ δ_y variază după relația indicată în lucrarea [11]:

$$\delta_y = 1 + (\gamma - 1) \frac{\sin^2 \frac{y\pi}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}, \qquad (3)$$

unde:

$$\gamma = \frac{\delta_{max}}{\delta_{min}},$$

și se înlocuiește în (2), rezultă:

$$k_{nd} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\sin \frac{\alpha\pi}{2}}{\sqrt{\gamma - 1}} \cdot \operatorname{arc\,tg} \left(\sqrt{\gamma - 1} \cdot \frac{\sin \frac{\theta_n}{2}}{\sin \frac{\alpha\pi}{2}} \right). \qquad (4)$$

Dacă întrefierul este uniform în tot lungul arcului polar

$$k_{nd} = \frac{4}{\pi} \sin \frac{\theta_n}{2}. \qquad (5)$$

De asemenea se obține

$$k_d = -\frac{2\alpha \sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}{\gamma - 1} + \frac{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2} + (\gamma - 1)}{\gamma - 1} c_\alpha \qquad (6)$$

unde:

$$c_\alpha = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\sin \frac{\alpha\pi}{2}}{a\sqrt{\gamma - 1}} \cdot \operatorname{arc\,tg} \left(\frac{a\sqrt{\gamma - 1}}{\sin \frac{\alpha\pi}{2}} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha\pi}{2} \right) \qquad (7)$$

și

$$a = \sqrt{1 + \frac{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}{\gamma - 1}}. \qquad (8)$$

Pentru $\gamma = 1$:

$$k_d = \frac{\alpha\pi + \sin \alpha\pi}{\pi}. \qquad (9)$$

Din (1) se obține

$$E_n = \tau l_i \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot \frac{B_M}{2} \cdot k_{nd}.$$

Curentul care se stabilește în circuitul n, constituit dintr-o pereche de bare, este:

$$I_n = \frac{k_{nd}}{2\sqrt{2}\ 2z_c} \tau l_i \omega B_M . \qquad (10)$$

Pierderile prin efect electrocaloric în înfășurarea de amortizare, pentru un număr par de bare pe pol, sînt:

$$p_D = \mathrm{Re} \sum_{n=1}^{n=N} 4p I_n^2 \dot{z}_c =$$

$$= 4p \left(\frac{1}{2\sqrt{2}\ 2z_c} \tau l_i \omega B_M \right)^2 \mathrm{Re}\, \dot{z}_c \sum_{n=1}^{n=N} k_{nd}^2 . \qquad (11)$$

Pierderile în înfășurarea echivalentă longitudinală sînt:

$$p_{Dd} = \mathrm{Re}\, I_{Dd}^2\ \dot{z}_{sDd} =$$

$$= \mathrm{Re} \left\{ \left[\frac{\frac{2}{\pi} \tau l_i k_d B_M \omega w_1 k_{w1}}{\sqrt{2}\, z_{sDd}} \right]^2 \cdot \dot{z}_{sDd} \right\} =$$

$$= \mathrm{Re} \frac{\left(\frac{2}{\pi} k_d \omega B_M \tau l_i w_1 k_{w1} \right)^2}{2 z_{sDd}} . \qquad (12)$$

Din egalitatea pierderilor în amortizor și în înfășurarea echivalentă se obține:

$$\dot{z}_{sDd} = \frac{2}{p} (w k_{w1})^2 \cdot \frac{1}{2S_d} \cdot \dot{z}_c \qquad (13)$$

unde:

$$S_d = \left(\frac{\pi}{4} \right)^2 \cdot \frac{\sum_{n=1}^{n=N} k_{nd}^2}{k_d^2} . \qquad (14)$$

Numerotarea barelor este indicată în figura 4.

Pentru un număr impar de bare pe pol se obține aceeași relație pentru S_d. În cazul cînd indusul are m faze, membrul al doilea al relației (13) se înmulțește cu $\frac{m}{2}$.

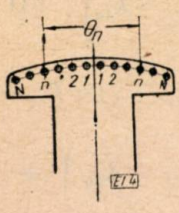


Fig. 4. Numerotarea barelor în axa longitudinală.

Rezultă:

$$\dot{z}_{sDd} = \frac{m}{p} (w_1 k_{w1})^2 \cdot \dot{z}_c \cdot \frac{1}{2S_d} , \qquad (15)$$

iar S_d este dat de relația (14).

Pentru axa transversală variația lui δ_y sub piesa polară o considerăm ca și în [12] dată tot de relația (3), iar în spațiul interpolar considerăm întrefierul constant și egal cu $\delta_y = \frac{\gamma}{\sigma}$, unde valoarea lui σ este indicată în figura 2 din [12].

Avem:

$$k_{nq} = 2 \int_{\nu_n}^{\alpha} \frac{\sin \frac{y\pi}{2}}{1 + (\gamma - 1) \frac{\sin^2 \frac{y\pi}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}} \mathrm{d}y + 2 \frac{\sigma}{\gamma} \int_{\alpha}^{1} \sin \frac{y\pi}{2} \mathrm{d}y =$$

$$= \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}{a(\gamma - 1)} \ln \left(\frac{a - \cos \frac{\alpha\pi}{2}}{a + \cos \frac{\alpha\pi}{2}} \cdot \frac{a + \cos \frac{\theta_n}{2}}{a - \cos \frac{\theta_n}{2}} \right) +$$

$$+ \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\sigma}{\gamma} \cos \frac{\alpha\pi}{2} . \qquad (16)$$

Dacă întrefierul este uniform în tot lungul arcului polar,

$$k_{nq} = \frac{4}{\pi} \cos \frac{\theta_n}{2} . \qquad (17)$$

De asemenea se obține:

$$k_q = \frac{2\alpha \sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}{\gamma - 1} - \frac{\sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}}{\gamma - 1} \cdot c_\alpha +$$

$$+ \frac{\sigma}{\gamma} \left[(1 - \alpha) + \frac{1}{\pi} \sin\ \alpha\pi \right], \qquad (18)$$

unde c_α este dat de relația (7).

Pentru $\gamma = 1$

$$k_q = \frac{\alpha\pi - \sin \alpha\pi}{\pi} + \sigma \left[(1 - \alpha) + \frac{1}{\pi} \sin\ \alpha\pi \right]. \qquad (19)$$

În mod analog ca pentru axa longitudinală se obține pentru axa transversală:

$$\dot{z}_{sDq} = \frac{m}{p} (w_1 k_{w1})^2 \cdot \dot{z}_c \cdot \frac{1}{2S_q} \qquad (20)$$

unde:

$$S_q = \left(\frac{\pi}{4} \right)^2 \cdot \frac{\sum_{n=1}^{n=N} k_{nq}^2}{k_q^2} \qquad (21)$$

pentru un număr par de bare pe pol și

$$S_q = \left(\frac{\pi}{4} \right)^2 \cdot \frac{\frac{1}{2} k_{Nq}^2 + \sum_{n=1}^{n=N-1} k_{nq}^2}{k_q^2} , \qquad (22)$$

pentru un număr impar de bare pe pol. Numerotarea barelor este indicată în figura 5.

Subliniem că, procedînd după cum s-a indicat în lucrarea de față, se păstrează neschimbate,

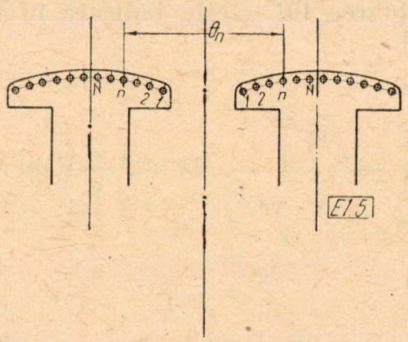


Fig. 5. — Numerotarea barelor în axa transversală.

în urma raportării amortizorului la înfășurările echivalente, armonica fundamentală a inducției produse de amortizor, pierderile și armonica fundamentală a cîmpului rezultant în întrefier.

În literatură, [8], [9], se adoptă, pentru motive de simplitate a calculelor, o distribuție sinusoidală a curenților în bare. Adoptarea acestei distribuții a curenților conduce la diferite erori.

În lucrarea [8] se mai face în plus o altă simplificare și anume: armonica fundamentală a inducției produse de amortizor este considerată ca fiind datorită numai armonicii fundamentale a t.m.m. a amortizorului. În raportarea efectuată în lucrarea [9], se ia în considerare contribuția armonicilor superioare ale t.m.m. a amortizorului la calculul armonicii fundamentale a inducției produse de amortizor, însă după cum se poate demonstra nu se păstrează aceeași armonică fundamentală a cîmpului rezultant în întrefier, înainte și după înlocuirea amortizorului cu înfășurări echivalente.

Elementul care face ca în cazul mașinii sincrone cu poli aparenți, diferitele metode de echivalare să nu conducă la același rezultat, este neuniformitatea întrefierului.

O examinare amănunțită a diferitelor moduri de echivalare a coliviei unei mașini asincrone cu o înfășurare polifazată a fost efectuată în lucrarea [13], unde se arată că oricare ar fi metodele de echivalare care s-ar utiliza, se obține același rezultat. Această concluzie se regăsește aplicînd rezultatele de mai sus, pentru cazul coliviei de mașină asincronă.

2. *Calculul rezistențelor și reactanțelor de scăpări ale amortizorului, ținînd seama de rezistența și reactanța de scăpări a inelelor de conexiune*

Efectul inelelor de conexiune asupra parametrilor amortizorului se poate lua în considerare punînd condiția egalității pierderilor în amortizor și în înfășurările echivalente. Rezistența longitudinală a amortizorului este dată în acest caz de relația (anexa I):

$$r_{Dd}=\frac{m}{p}(w_1\ k_{w1})^2\cdot\frac{1}{2S_d}\cdot\left(k_a k_r \rho\frac{l_c}{s_c}+k\rho\frac{\tau}{s_k}K_d\right) \quad (23)$$

unde:

$$K_d=\frac{\alpha_D}{n_c-1}\cdot\frac{2S_{dk}}{S_d}. \quad (24)$$

Coeficientul $2S_{dk}$ este:

$$2S_{dk}=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{2}{k_d^2}\left[\frac{1}{2}(k_{1d}+k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2+\right.$$
$$\left.+(k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2+(k_{Nd})^2\right] \quad (25)$$

pentru un număr par de bare pe pol, și

$$2S_{dk}=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{2}{k_d^2}[(k_{1d}+k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2+$$
$$+(k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2+\ldots(k_{Nd})^2] \quad (26)$$

pentru un număr impar de bare pe pol.

Rezistența transversală a amortizorului este dată de relația:

$$r_{Dq}=\frac{m}{p}(w_1 k_{w1})^2\cdot\frac{1}{2S_q}\left(k_a k_r\ \rho\frac{l_c}{s_c}+k\cdot\rho\frac{\tau}{s_k}K_q\right) \quad (27)$$

unde:

$$K_q=\frac{1}{S_q}\cdot\left[\frac{\alpha_D}{n_c-1}\cdot 2S_{qk}+(1-\alpha_D)S_k^2\right]. \quad (28)$$

Coeficienții S_k^2 și $2S_{qk}$ sînt:

$$S_k^2=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{1}{k_q^2}\cdot(k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{1q})^2, \quad (29)$$

$$2S_{qk}=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{2}{k_q^2}\cdot[(k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{3q}+$$
$$+k_{2q})^2+(k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{3q})^2+\ldots(k_{Nq})^2] \quad (30)$$

pentru un număr par de bare pe pol, și

$$S_k^2=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{1}{k_q^2}\cdot\left(\frac{1}{2}k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{1q}\right)^2, \quad (31)$$

$$2S_{qk}=\left(\frac{\pi}{4}\right)^2\cdot\frac{2}{k_q^2}\cdot\left[\left(\frac{1}{2}k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{3q}+\right.\right.$$
$$\left.+k_{2q}\right)^2+\left(\frac{1}{2}k_{Nq}+k_{N-1,q}+\ldots+k_{3q}\right)^2+$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\left.+\left(\frac{1}{2}k_{Nq}\right)^2\right], \quad (32)$$

pentru un număr impar de bare pe pol.

Expresiile reactanțelor de scăpări ale amortizorului, ținînd seama de reactanța de scăpări a inelelor de conexiune, se obțin în mod analog și conțin aceiași coeficienți K_d și K_q.

3. *Calculul reactanțelor înfășurării de amortizare*

Din considerarea energiei cîmpului magnetic se pot obține expresiile diferitelor reactanțe ale amortizorului.

Reactanța longitudinală a amortizorului, corespunzătoare fluxului din întrefier, raportată la stator este (anexa II):

$$x_{Dd\delta} = (1 + \tau_{Dd\delta})\, x_{ad}, \tag{33}$$

unde:

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{2S_{d\delta}}{S_d^2} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot k_d - 1. \tag{34}$$

Coeficientul $2S_{d\delta}$ este:

$$2\,S_{d\delta} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{2}{k_d^4} \cdot \frac{\pi}{\alpha_c} \cdot \left[\frac{1}{2} c_{1d} (k_{1d} + k_{2d} + \ldots + k_{Nd})^2 + c_{2d} (k_{2d} + \ldots + k_{Nd})^2 + \ldots c_{Nd} (k_{Nd})^2\right] \tag{35}$$

pentru un număr par de bare pe pol, și

$$2\,S_{d\delta} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{2}{k_d^4} \cdot \frac{\pi}{\alpha_c} \cdot \left[c_{1d} (k_{1d} + k_{2d} + \ldots + k_{Nd})^2 + c_{2d} (k_{2d} + \ldots + k_{Nd})^2 + \ldots c_{Nd} (k_{Nd})^2\right], \tag{36}$$

pentru un număr impar de bare pe pol.
S-a notat

$$c_{nd} = \frac{1}{2} \int_{y_{n-1}}^{y_n} \frac{dy}{\delta_y}. \tag{37}$$

Pentru un număr par de bare pe pol avem:

$$c_{1d} = \int_0^{y_1} \frac{dy}{\delta_y}. \tag{38}$$

Pentru un număr impar de bare pe pol c_{1d} este dat de relația (37).

Dacă întrefierul este uniform

$$c_{nd} = \frac{\alpha_c}{\pi}. \tag{39}$$

Reactanța transversală a amortizorului, corespunzătoare fluxului din întrefier, raportată la stator este (anexa II):

$$x_{Dq\delta} = (1 + \tau_{Dq\delta})\, x_{aq} \tag{40}$$

unde:

$$\tau_{Dq\delta} = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{2S_{q\delta} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} + \frac{\sigma}{\gamma}(1 - \alpha) S_{k\delta}^2}{S_q^2} \text{ kg} - 1. \tag{41}$$

Coeficientul $2S_{q\delta}$ este:

$$2S_{q\delta} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{2}{k_q^4} \cdot \frac{\pi}{\alpha_c} \cdot [c_{2q} (k_{Nq} + k_{N-1,q} + \ldots + k_{3q} + k_{2q})^2 + c_{3q} (k_{Nq} + k_{N-1,q} + \ldots + k_{3q})^2 + \ldots + c_{Nq} (k_{Nq})^2] \tag{42}$$

pentru un număr par de bare pe pol, și

$$2\,S_{q\delta} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{2}{k_q^4} \cdot \frac{\pi}{\alpha_c} \cdot \left[c_{2q} \left(\frac{1}{2} k_{Nq} + k_{N-1,q} + \ldots + k_{3q} + k_{2q}\right)^2 + c_{3q} \left(\frac{1}{2} k_{Nq} + k_{N-1,q} + \ldots + k_{3q}\right)^2 + \ldots c_{Nq} (k_{Nq})^2\right] \tag{43}$$

pentru un număr impar de bare pe pol.
S-a notat:

$$c_{nq} = \frac{1}{2} \int_{y_n}^{y_{n-1}} \frac{dy}{\delta_y} \tag{44}$$

Coeficientul $S_{k\delta}^2$ este dat de relația

$$S_{k\delta}^2 = \frac{1}{k_q^2} \cdot S_k^2. \tag{45}$$

Urmează că reactanțele de scăpări suplimentare ale amortizorului sînt respectiv $\tau_{Dd\delta} \cdot x_{ad}$ și $\tau_{Dq\delta} \cdot x_{aq}$.

Reactanța mutuală, dintre înfășurarea echivalentă longitudinală a amortizorului și înfășurarea de excitație, raportată la stator, este:

$$x_{Df} = (1 + \tau_{Df})\, x_{ad}$$

și deci

$$x_{Df} - x_{ad} = \tau_{Df} \cdot x_{ad}. \tag{46}$$

Coeficientul τ_{Df} este dat de relația:

$$\tau_{Df} = \frac{2}{\left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot k_d} \cdot \frac{S_{Df}}{k_f \cdot S_d} - 1 \tag{47}$$

unde:

$$S_{Df} = 2\left[\frac{1}{2} c_{1d} (k_{1d} + k_{2d} + \ldots + k_{Nd}) + c_{2d} (k_{2d} + \ldots + k_{Nd}) + \ldots c_{Nd} (k_{Nd})\right] \tag{48}$$

pentru un număr par de bare pe pol, și

$$S_{Df} = 2\,[c_{1d} (k_{1d} + k_{2d} + \ldots + k_{Nd}) + c_{2d} (k_{2d} + \ldots + k_{Nd}) + \ldots + c_{Nd} (k_{Nd})] \tag{49}$$

pentru un număr impar de bare pe pol.

4. *Expresiile parametrilor înfășurării de amortizare*

Schemele echivalente corespunzătoare axelor longitudinală și transversală ale mașinii sin-

crone în repaus [10], sînt reprezentate în figurile 6 şi 7 şi corespund probei statice pentru determinarea parametrilor supratranzitorii.

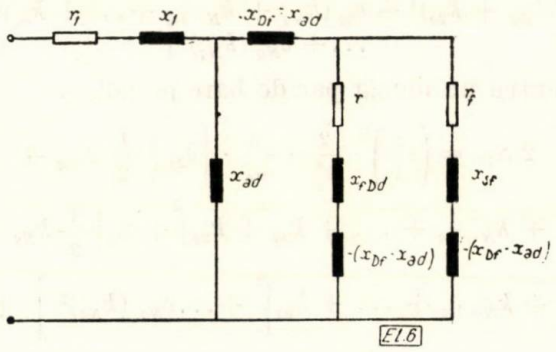


Fig. 6. Schema echivalentă longitudinală a maşinii sincrone în stare de repaus.

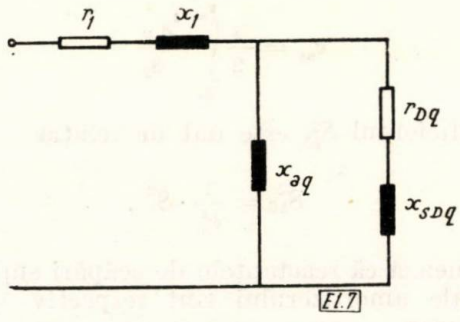


Fig. 7. Schema echivalentă transversală a maşinii sincrone în stare de repaus.

Parametrii amortizorului, din figurile 6 şi 7, se pot obţine cu relaţiile :

$$x_{sDd} = \frac{2\pi\mu_0 F_1 l_i}{\Phi_N}\left(\frac{l_c}{l_i}\lambda_b + c_f\frac{\tau}{l_i}K_d\right)\frac{1}{4S_d} + \\ + \tau_{Dd\delta}\cdot x_{ad} \text{ u. r.} \quad (50)$$

$$x_{sDq} = \frac{2\pi\mu_0 F_1 l_i}{\Phi_N}\left(\frac{l_c}{l_i}\lambda_b + c_f\frac{\tau}{l_i}K_q\right)\frac{1}{4S_q} + \\ + \tau_{Dq\delta}\cdot x_{aq} \text{ u. r.} \quad (51)$$

$$r_{Dd} = \rho\frac{F_1}{f\Phi_N}\left(k_r\, k_a\frac{l_c}{s_c} + k\frac{\tau}{s_k}K_d\right)\frac{1}{4S_d} \text{ u. r.} \quad (52)$$

$$r_{Dq} = \rho\frac{F_1}{f\Phi_N}\left(k_r\, k_a\frac{l_c}{s_c} + k\frac{\tau}{s_k}K_q\right)\frac{1}{4S_q} \text{ u. r.} \quad (53)$$

Dacă se urmăreşte să se obţină rezultatele direct în ohmi, atunci factorul $\frac{2\pi\mu_0 F_1 l_i}{\Phi_N}$ din expresiile (50) şi (51), se înlocuieşte prin $2\pi f\mu_0 \cdot \frac{2m}{p} l_i (w_1 k_{w1})^2$, iar factorul $\rho\frac{F_1}{f\Phi_N}$ din expresiile (52) şi (53) se înlocuieşte prin $\rho\cdot\frac{2m}{p}\cdot(w_1 k_{w1})^2$.

În ceea ce priveşte $x_{Df} - x_{ad}$ se determină cu relaţia (46).

5. *Calculul aproximativ al parametrilor înfăşurării de amortizare*

Coeficienţii S_d, S_q, $\tau_{Dd\delta}$, $\tau_{Dq\delta}$, τ_{Df} din expresiile parametrilor se obţin cu ajutorul relaţiilor stabilite mai sus, care au o formă destul de complicată. Pentru numeroase cazuri un calcul aproximativ este satisfăcător. Vom admite următoarele simplificări. La determinarea coeficienţilor S_d şi S_q neglijăm influenţa neuniformităţii întrefierului şi prezenţa spaţiilor interpolare, dar luăm în considerare repartiţia barelor. Cu aceleaşi simplificări calculăm pe K_d şi K_q. La calculul lui $\tau_{Dd\delta}$ presupunem întrefierul uniform sub piesa polară, dar ţinem seama de prezenţa spaţiilor interpolare. La calculul lui $\tau_{Dq\delta}$ admitem că modificarea atît a energiei cîmpului magnetic total, cît şi a energiei cîmpului magnetic al armonicii fundamentale, modificare datorită neuniformităţii întrefierului şi prezenţei spaţiilor interpolare, are loc în aceeaşi măsură. Aceşti coeficienţi $\tau_{Dd\delta}$ şi $\tau_{Dq\delta}$ au fost calculaţi, în ipotezele simplificatoare menţionate în [12].

Făcînd simplificările indicate se obţine :

$$S_d = \frac{n_c}{4}(1-k_D), \quad (54)$$

$$S_q = \frac{n_c}{4}(1+k_D), \quad (55)$$

$$K_d = \frac{1}{2\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\left[2 + \frac{n_c}{4}\cdot\frac{b_D}{S_d}\right]\cdot\frac{\alpha_c}{\pi}, \quad (56)$$

$$K_q = \frac{1}{2\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\frac{1}{4S_q}\cdot\left[1 - \cos n_c\,\alpha_c + n_c\frac{\alpha_c}{\pi}b_D\right], \quad (57)$$

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{16}\cdot\frac{\alpha_c}{\pi}\cdot\frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\left[2 + \frac{b_D}{1-k_D}\right]\cdot\frac{k_d}{S_d} - 1, \quad (58)$$

$$\tau_{Dq\delta} = \frac{\pi^2}{64}\cdot\frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\frac{1-\cos n_c\,\alpha_c + \frac{\alpha_c}{\pi}n_c\,b_D}{S_q^2} - 1, \quad (59)$$

$$\tau_{Df} = \frac{\pi^2}{16}\cdot\frac{\alpha_c}{\pi}\cdot\frac{1}{\sin\frac{\alpha\pi}{2}}\cdot\frac{1}{S_d}\cdot \\ \cdot\frac{\frac{n_c+1}{2}\sin\frac{n_c-1}{2}\alpha_c - \frac{n_c-1}{2}\sin\frac{n_c+1}{2}\alpha_c}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}k_d - 1, \quad (60)$$

unde s-a notat ca în [12]:

$$k_D = \frac{\sin n_c \alpha_c}{n_c \sin \alpha_c}, \qquad (61)$$

$$b_D = \cos n_c \alpha_c - k_D \cos \alpha_c. \qquad (62)$$

Valorile coeficienţilor S_d, S_q, K_d, K_q, $\tau_{Dd\delta}$, $\tau_{Dq\delta}$, calculaţi cu relaţiile simplificate de mai sus, pentru majoritatea cazurilor care se pot întîlni în practică, sînt date în tabelele 1, 2, 3, 4, 5, 6. Valorile coeficientului $\tau_{Dd\delta}$ au fost calculate pentru $k_d = 1$; trecerea pentru k_d oarecare, determinat cu relaţia (6), se poate face imediat.

Tabela 1

Valorile coeficientului S_d în funcţie de n_c şi 2β

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,750	0,750	0,867	1,000	1,138	1,281	1,422	1,567
100°	0,587	0,587	0,670	0,765	0,866	0,970	1,079	1,180
90°	0,500	0,500	0,567	0,646	0,730	0,818	0,900	0,995
80°	0,413	0,413	0,465	0,528	0,599	0,668	0,739	0,811
60°	0,250	0,250	0,280	0,318	0,357	0,400	0,438	0,481

Tabela 2

Valorile coeficientului S_q în funcţie de n_c şi 2β

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,250	0,750	1,133	1,500	1,862	2,220	2,578	2,933
100°	0,413	0,913	1,330	1,735	2,134	2,530	2,921	3,320
90°	0,500	1,000	1,433	1,854	2,270	2,682	3,100	3,505
80°	0,587	1,087	1,535	1,972	2,401	2,832	3,261	3,689
60°	0,750	1,250	1,720	2,182	2,643	3,100	3,572	4,015

Tabela 3

Valorile coeficientului K_d în funcţie de n_c şi 2β

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,668	0,668	0,751	0,868	0,992	1.118	1,251	1,372
100°	0,556	0,556	0,608	0,725	0,830	0,931	1,045	1,150
90°	0,500	0,500	0,568	0,654	0,745	0,842	0,938	1,030
80°	0,445	0,445	0,507	0,582	0,668	0,740	0,832	0,915
60°	0,333	0,333	0,379	0,433	0,495	0,556	0,637	0,677

Tabela 4

Valorile coeficientul K_q în funcţie de n_c şi 2β

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,322	0,653	0,957	1,250	1,532	1,831	2,109	2,401
100°	0,445	0,784	1,130	1,437	1,750	2,080	2,400	2,710
90°	0,500	0,857	1,190	1,526	1,875	2,210	2,543	2,880
80°	0,556	0,920	1,280	1,640	1,985	2,345	2,710	3,050
60°	0,666	1,065	1,450	1,845	2,230	2,630	3,020	3,420

Tabela 5

Valorile coeficientului $\tau_{Dd\delta}$ în funcţie de n_c şi 2β
(pentru $k_d = 1$)

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,095	0,095	0,079	0,077	0,076	0,075	0,075	0,075
100°	0,160	0,160	0,165	0,175	0,185	0,185	0,186	0,190
90°	0,230	0,230	0,238	0,250	0,257	0,270	0,279	0,286
80°	0,327	0,327	0,335	0,350	0,363	0,375	0,385	0,393
60°	0,645	0,645	0,666	0,691	0,711	0,737	0,748	0,758

Tabela 6

Valorile coeficientului $\tau_{Dq\delta}$ în funcţie de n_c şi 2β

2β \ n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
120°	0,650	0,095	0,040	0,024	0,015	0,010	0,008	0,007
100°	0,330	0,061	0,032	0,020	0,016	0,015	0,014	0,010
90°	0,244	0,053	0,027	0,020	0,017	0,017	0,017	0,016
80°	0,165	0,045	0,027	0,025	0,023	0,022	0,022	0.021
60°	0,100	0,052	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045

Dacă barele sînt aşezate pînă aproape de marginile piesei polare, scăpările suplimentare nu sînt mari şi schema echivalentă din axa longitudinală se poate simplifica neglijîndu-se elementul $x_{Df} - x_{ad}$.

Aplicînd formulele de mai sus rezultă că în cazul cînd barele sînt dispuse numai la mijlocul piesei polare, adică 2β este mic, reactanţa scăpărilor suplimentare longitudinale se obţine mare. Totuşi, dacă înfăşurarea de excitaţie este închisă pe o impedanţă a cărei valoare nu este prea mare, reactanţa totală de scăpări longitudinală rezultă destul de mică, datorită efectului reactanţei mutuale dintre înfăşurarea de amortizare şi înfăşurarea de excitaţie. Adică situaţia este asemănătoare cu aceea a unei colivii care ocupă toată piesa polară, rolul barelor de la margine fiind preluat, în oarecare măsură, de înfăşurarea de excitaţie.

Se constată o bună concordanţă între valorile parametrilor deduse din încercările experimentale şi valorile obţinute cu formulele de mai sus, chiar cu cele simplificate. Aceste verificări au fost efectuate pentru maşini de putere mică şi mijlocie.

II. Amortizoare cu inele de conexiune segmentate

Parametrii longitudinali ai amortizoarelor cu inele de conexiune segmentate sînt aceiaşi ca în cazul inelelor de conexiune complete [5], [14], [15].

Pentru parametrii transversali ai amortizorului cu inele de conexiune segmentate se pot stabili formule de calcul, în acelaşi mod ca pentru parametrii transversali ai amortizorului

cu inele de conexiune complete, neglijînd curenţii din fierul rotorului. Se obţin astfel formule care pot fi simplificate, presupunînd armonica fundamentală a inducţiei produse de amortizor, ca fiind datorită numai armonicii fundamentale a t.m.m. a amortizorului. Din aceste formule se pot deduce particularităţile mai importante ale acestui tip de amortizor. Se obţin rezultatele date în lucrarea [15]. Valorile obţinute, cu formulele astfel stabilite, pentru parametrii transversali sînt însă mai mari decît cele care rezultă din încercările experimentale [15]. Aceasta se datoreşte influenţei curenţilor de închidere prin tole între grilele polilor vecini. Pentru un calcul aproximativ, la frecvenţa de 50 Hz parametrii transversali se pot determina cu relaţiile :

$$r_{Dq} = (3 \div 4)\, r_{Dd}, \qquad (63)$$

$$x_{sDq} = (1{,}5 \div 2)\, x_{sDd}. \qquad (64)$$

ANEXA I

Calculul impedanţelor echivalente ale amortizorului ţinînd seama de rezistenţa şi reactanţa de scăpări a inelelor de conexiune

Vom determina mărirea rezistenţei echivalente longitudinale a înfăşurării de amortizare pentru un număr par de bare pe pol. Curentul prin bara n este (relaţia 10) :

$$I_n = A\, k_{nd} \qquad (I-1)$$

unde :

$$A = \tau\, l_i \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot \frac{B_M}{4Z_c}.$$

Curenţii prin segmentele de inel (fig. 4) sînt proporţionali cu factorii indicaţi mai jos, iar pierderile sînt proporţionale cu pătratele din paranteze.

	Bara	Factor proporţional cu curentul	Bara	Factor proporţional cu curentul	Bara	Factorul proporţional cu curentul
	1	k_{1d}				
	2	k_{2d}	2	k_{2d}		
	.....	.....	.....	.....		
	n	k_{nd}	n	k_{nd}		
	.....	.....	.....	.....		
	N	k_{Nd}	N	k_{Nd} ...	N	k_{Nd}
Segmentul	1 − 1	$(k_{1d}+k_{2d}+\ldots+k_{Nd})$	1 − 2	$(k_{2d}+\ldots+k_{Nd})$	$(N-1)-N$	k_{Nd}
Pătratele		$(k_{1d}+k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2$		$(k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2$		k_{Nd}^2

Notăm :

$$S_{dk} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{1}{k_d^2} \cdot \left[\frac{1}{2}(k_{1d}+k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2 + (k_{2d}+\ldots+k_{Nd})^2 + \ldots + (k_{Nd})^2\right]. \qquad (I-2)$$

Pierderile în inelul de conexiune pe porţiunea unui pas polar sînt egale cu $2\, r_{ka} S_{dk} A^2 \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 k_d^2$. Pierderile în barele de pe un pol sînt egale cu $2\, r_c S_d A^2 \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 k_d^2$.

Rezistenţa segmentului din inelul de conexiune cuprins între două bare vecine ale polului este :

$$r_{k\alpha} = \rho\, k \frac{\tau}{s_k} \cdot \frac{\alpha_D}{n_c - 1}\,;\ \alpha_D = \frac{2\beta}{\pi}.$$

Rezultă expresia rezistenţei longitudinale, majorate, datorită rezistenţei inelelor de conexiune (pentru cazul indusului difazat) :

$$r_{Dd} = \frac{2}{p}(w_1 k_{w1})^2 \cdot \left(k_a k_r \rho \frac{l_c}{S_c} + k \rho \frac{\tau}{s_k} K_d\right) \frac{1}{2S_d}, \qquad (I-3)$$

unde :

$$K_d = \frac{\alpha_D}{n_c - 1} \cdot \frac{2S_{dk}}{S_d}. \qquad (I-4)$$

Relaţiile de mai sus rămîn aceleaşi în cazul unui număr impar de bare pe pol.

Analog se obţine coeficientul K_q, pentru axa transversală.

ANEXA II

Calculul reactanţelor înfăşurării de amortizare raportate la stator

Reactanţele proprii corespunzătoare întrefierului. Vom face calculele pentru cazul maşinii difazate. Coeficienţii $\tau_{Dd\delta}$, $\tau_{Dq\delta}$, τ_{Df} rămîn aceiaşi pentru cazul maşinii cu m faze. Pentru a obţine expresiile reactanţelor maşinii cu m faze, se înmulţesc valorile reactanţelor maşinii difazate cu $\frac{m}{2}$ [8].

Reactanţa longitudinală a înfăşurării de amortizare, corespunzătoare întrefierului, exprimată în funcţie de energia cîmpului magnetic, este :

$$x_{Dd\delta} = \frac{2\,\omega\, W_{Dd}}{I_{Dd}^2}. \qquad (II-1)$$

Energia cîmpului magnetic din întrefier este dată de relaţia :

$$W_{Dd} = 2p \frac{1}{2} \int_V \mu_0 H^2 \mathrm{d}v, \qquad (II-2)$$

integrala fiind extinsă la volumul V al întrefierului corespunzător unui pas polar. Avem :

$$W_{Dd} = 2pl_i \frac{1}{2} \mu_0\, 2 \int_0^{\tau/2} \delta_x H^2 \mathrm{d}x = p\mu_0 l_i \frac{\tau}{2} \delta' 2 \int_0^1 \delta_y H^2 \mathrm{d}y. \qquad (II-3)$$

Cîmpul H produs de circuitul n, în intervalul de la 0 la y_n, rezultă din legea circuitului magnetic şi ţinînd seama de (I—1) putem scrie :

$$H = \frac{I_n}{\delta_x} = A\, k_{nd} \cdot \frac{1}{\delta' \cdot \delta_y} \cdot \qquad (II-4)$$

Deci energia din întrefier, corespunzătoare circuitului n este :

$$W_{Ddn} = 2p\mu_0 l_i \frac{\tau}{2} \cdot \frac{A^2}{\delta'} \int_0^{y_n} k_{nd}^2 \frac{dy}{\delta_y} \cdot \qquad (II-5)$$

Energia cîmpului magnetic corespunzătoare celor N circuite, ţinînd seama de notaţia (35), este :

$$W_{Dd} = 2p\mu_0 l_i \frac{\tau}{2} \cdot \frac{A^2}{\delta'} \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot 2S_{d\delta} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot k_d^4 . \qquad (II-6)$$

Curentul longitudinal echivalent este :

$$I_{Dd} = \frac{\omega \frac{2}{\pi} \tau l_i k_d B_M (w_1 k_{w1})}{\sqrt{2}\, z_{sDd}} . \qquad (II-7)$$

Înlocuind pe W_{Dd} şi I_{Dd} în relaţia (II—1) rezultă :

$$x_{Dd\delta} = \omega\mu_0 l_i \frac{2}{p} (w_1 k_{w1})^2 \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{\tau}{\delta'} \cdot \frac{k_d^4}{\left(\sum_{n=1}^{n=N} k_{nd}^2\right)^2} \cdot \qquad (II-8)$$

$$\cdot\, 2S_{d\delta} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^4 \cdot \frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot k_d^2 \cdot$$

Dar pentru maşina difazată [5] :

$$x_{ad} = \omega\mu_0 l_i \frac{2}{p} (w_1 k_{w1})^2 \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{\tau}{\delta'} \cdot k_d . \qquad (II-9)$$

Deci :

$$x_{Dd\delta} = (1 + \tau_{Dd\delta})\, x_{ad}$$

unde $\tau_{Dd\delta}$ este dat de relaţia (34).

Analog se calculează $x_{Dq\delta}$.

Reactanţa mutuală dintre înfăşurarea de amortizare şi înfăşurarea de excitaţie

Reactanţa mutuală dintre înfăşurarea de amortizare longitudinală şi înfăşurarea de excitaţie, exprimată în funcţie de energia mutuală a celor două circuite, este :

$$x_{Df} = \frac{\omega W_{Df}}{I_{Dd} \cdot I_f} . \qquad (II-10)$$

Energia W_{Df} este :

$$W_{Df} = 2p\,\mu_0 \int_V H_{Dd} \cdot H_f \cdot dv \qquad (II-11)$$

unde H_{Dd} este cîmpul produs de amortizor, iar H_f cîmpul produs de înfăşurarea de excitaţie.

Se obţine în mod asemănător ca mai sus :

$$x_{Df} = (1 + \tau_{Df})\, x_{ad},$$

unde τ_{Df} este dat de relaţia (47).

Analog se face calculul pentru cazul unui număr impar de bare pe pol.

ANEXA III

Calculul permeanţelor specifice

Permeanţa specifică de scăpări corespunzătoare unei bare este :

$$\lambda_b = \lambda_c + \lambda_d . \qquad (III-1)$$

Permeanţa specifică de scăpări în cazul crestăturilor rotunde este [8] :

$$\lambda_c = 0{,}66 + \frac{h_0}{b_0} , \qquad (III-2)$$

iar în cazul crestăturilor dreptunghiulare este [5] :

$$\lambda_c = \frac{h_1}{3\, b_c} + \frac{h_0}{b_0} . \qquad (III-3)$$

Permeanţa specifică a scăpărilor de la dinte la dinte este dată de relaţia [8] :

$$\lambda_d = 0{,}2284 + 0{,}0796 \cdot \frac{\delta'}{b_0} - 0{,}25 \frac{b_0}{\delta'} (1 - \sigma_0) \qquad (III-4)$$

unde :

$$\sigma_0 = \frac{2}{\pi} \left[\operatorname{arc\,tg} \frac{b_0}{2\,\delta'} - \frac{\delta'}{b_0} \ln \left(1 + \frac{b_0^2}{4\,\delta'^2} \right) \right] . \qquad (III-5)$$

În figura 8 este reprezentată curba permeanţei specifice a scăpărilor de la dinte la dinte, corespunzătoare formulei (II—4).

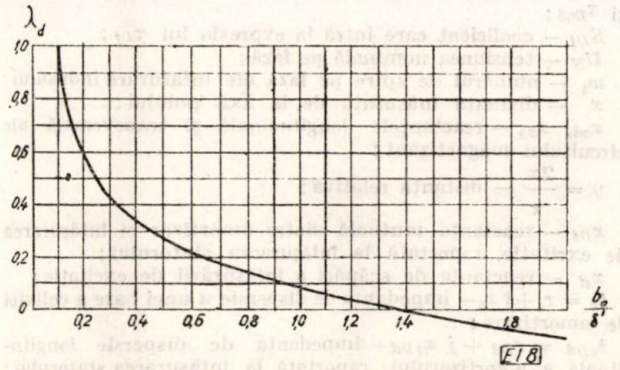


Fig. 8. Permeanţa specifică a scăpărilor capetelor dinţilor.

Permeanţa specifică, corespunzătoare scăpărilor pe unitatea de lungime a inelului de conexiune, se poate lua :

$$c_f = 0{,}3.$$

Intrat în redacţie la 10.9.1962

NOTAŢII

a — coeficient dat de relaţia (8) ;
b_0 — lăţimea istmului crestăturii ;
b_c — lăţimea crestăturii ;
c_f — permeanţa specifică corespunzătoare scăpărilor pe unitatea de lungime a inelului de conexiune ;
c_{nd}, c_{nq} — coeficienţi daţi de relaţiile (37) şi (44) ;
c_α — coeficient dat de relaţia (7) ;
f — frecvenţa reţelei ;
F_1 — amplitudinea armonicii fundamentale a t.m.m. a indusului pentru un singur pol, corespunzătoare curentului nominal ;
h_1 — înălţimea crestăturii ocupată de conductor ;
h_0 — înălţimea istmului crestăturii ;

I_{Dd}, I_{Dq} — curenții echivalenți longitudinali, respectiv transversali;

k — raportul dintre rezistivitatea materialului din care sînt executate inelele de conexiune ale amortizorului și rezistivitatea cuprului;

k_a — raportul dintre rezistivitatea materialului din care sînt executate barele și rezistivitatea cuprului;

k_d — raportul dintre amplitudinea armonicii fundamentale a inducției magnetice produse în întrefier de o t.m.m. longitudinală sinusoidal repartizată, întrefierul fiind cel real și amplitudinea curbei inducției magnetice produse în întrefier de aceeași t.m.m., întrefierul fiind constant în lungul arcului polar și egal cu întrefierul din axa polului;

k_f — coeficient corespunzător înfășurării de excitație analog lui k_{nd} dat de relația (2) pentru $\gamma_n = \alpha$;

k_{nd}, k_{nq} — coeficienți dați de relațiile (4) și (16);

k_q — coeficient corespunzător axei transversale, analog lui k_d din axa longitudinală;

k_r — coeficient de majorare a rezistenței datorită curenților turbionari;

k_{w_1} — factorul de înfășurare al bobinajului indusului;

K_d, K_q — coeficienți care intră în expresiile rezistențelor și reactanțelor și prin care se ține seama de inelele de conexiune;

l_c — lungimea unei bare a coliviei de amortizare;

l_i — lungimea ideală a mașinii;

m — numărul de faze ale indusului;

n — numărul de bare (fig. 4 și 5);

n_c — numărul de bare ale coliviei de amortizare pe pol;

p — numărul de perechi de poli;

s_k — secțiunea unui inel de conexiune al amortizorului;

s_c — secțiunea unei bare a coliviei de amortizare;

S_d, S_q — coeficienți care intră în formulele rezistențelor și reactanțelor și care rezultă din raportarea amortizorului la înfășurările echivalente;

S_{dk}, S_k, S_{qk} — coeficienți care intră în expresiile lui K_d și K_q;

$S_{d\delta}$, $S_{k\delta}$, $S_{q\delta}$ — coeficienți care intră în expresiile lui $\tau_{Dd\delta}$ și $\tau_{Dq\delta}$;

S_{Df} — coeficient care intră în expresia lui τ_{Df};

U_N — tensiunea nominală pe fază;

w_1 — numărul de spire pe fază ale înfășurării indusului;

x — distanța măsurată de la axa polului;

x_{ad}, x_{aq} — reactanțele longitudinală și transversală ale circuitului magnetizant;

$y = \dfrac{2x}{\tau}$ — distanța relativă;

x_{Df} — reactanța mutuală dintre amortizor și înfășurarea de excitație, raportată la înfășurarea statorului;

x_{s_f} — reactanța de scăpări a înfășurării de excitație;

$\dot{z}_c = r_c + j\, x_c$ — impedanța de dispersie a unei bare a coliviei de amortizare;

$\dot{z}_{sDd} = r_{Dd} + j\, x_{sDd}$ — impedanța de dispersie longitudinală a amortizorului, raportată la înfășurarea statorului;

$\dot{z}_{sDq} = r_{Dq} + j\, x_{sDq}$ — impedanța de dispersie transversală a amortizorului, raportată la înfășurarea statorului;

α — raportul dintre arcul polar și pasul polar;

α_c — unghiul electric dintre două bare de amortizare vecine de pe același pol, în radiani;

$\alpha_D = \dfrac{2\beta}{\pi}$;

β — jumătatea unghiului electric dintre barele extreme ale aceleiași piese polare;

γ — raportul dintre întrefierul la marginea piesei polare și întrefierul în axa polului;

δ_y — raportul dintre întrefierul echivalent la distanța y și întrefierul echivalent în axa polului;

δ' — întrefierul echivalent în axa polului;

λ_b — permeanța specifică de scăpări corespunzătoare unei bare a coliviei de amortizare;

λ_c — permeanța specifică de scăpări a crestăturii;

λ_d — permeanța specifică de scăpări de la dinte la dinte;

μ_0 — permeabilitatea vidului $\mu_0 = 0{,}4\,\pi \cdot 10^{-8}$ henry/cm, în sistemul de unități adoptat;

ρ — rezistivitatea cuprului la 75°C;

σ — coeficient care intră în expresia întrefierului echivalent pentru spațiul interpolar și ale cărui valori sînt date în figura 2 din [12];

θ_n — unghiul electric dintre barele n (fig. 4 și fig. 5);

τ — pasul polar;

$\tau_{Dd\delta}$ — coeficientul scăpărilor suplimentare longitudinale ale amortizorului;

$\tau_{Dq\delta}$ — coeficientul scăpărilor suplimentare transversale ale amortizorului;

$\tau_{Df} = \dfrac{x_{Df}}{x_{ad}} - 1$;

Φ_N — amplitudinea fluxului nominal, $\Phi_N = \dfrac{U_N}{\pi\sqrt{2}\, f w_1 k_{w_1}}$;

ω — pulsația rețelei.

Bibliografie

[1] GHEORGHIU I. S.: Proiectarea mașinilor electrice de curent alternativ. Mașina sincronă. Editura Institutului Politehnic — București, 1952.

[2] APETREI C., CREȚU C. D.: Regimuri de funcționare nesimetrică a generatoarelor sincrone în cazul sistemelor energetice locale. Studii și Cercetări de Energetică **8**, nr. 4, 1958, p. 599—620.

[3] BĂLĂ C.: Cu privire la impedanța de pendulare a mașinii sincrone. Studii și Cercetări de Energetică, **11**, nr. 3, 1961, p. 567—579.

[4] NEDELCU V. N.: Expresiile coeficienților cuplului sincronizant și ai cuplului asincron. Electrotehnica, **6**, nr. 6, 1959, p. 221—227.

[5] POSTNICOV I. M.: Proiectarea mașinilor electrice. Editura Energetică de Stat 1953, București (traducere din limba rusă).

[6] KILGORE L. A.: Calculations of synchronous machine constants reactances and time constants affecting transient characteristics. Trans. A.I.E.E., nr. 50, 1931, p. 1201—1213.

[7] POLIAK N. A.: Elektriceskie parametri iskustvennoi uspokoitelnoi sistemi s zamikaiuşcimi kolţami. Elektricestvo, nr. 5, 1955.

[8] TALAAT M. E.: Novii podhod k opredeleniiu inductivnîh soprotivlenii sinhronnoi maşinî. Gosenergoizdat, 1959.

[9] TALALOV I. I.: Utocinenie metoda rasmotreniia uspokoitelnoi obmotki [8], p. 71—84.

[10] TUSCHÁK R.: Kiálló pólúsu szinkron motorok inditó kálickájának rövidzárási impedanciája. Elektrotechnika, **52**, 1959, nr. 8—9, p. 337—358.

[11] GINSBERG D.: Design Calculation for A-C Generators. Trans. A.I.E.E., nr. 69, 1950, p. 1274—1280.

[12] NICOLAIDE A.: Dispersia diferențială a coliviilor de amortizare ale mașinilor sincrone. Electrotehnica, 9, 1961, nr. 12, p. 419—423.

[13] FRANSUA Al.: În legătură cu echivalarea rotorului în colivie de veveriță a motorului asincron printr-o înfășurare polifazată normală. Studii și Cercetări de Energetică, **9**, nr. 1, 1959, p. 105—118.

[14] MAUDUIT A.: Diagrammes comparatifs des courants et des flux des amortisseurs à cage et à grille disposés sur des rotors à pôles saillants. Révue Générale de l'Électricité **26**, nr. 4, 1929, p. 131—140.

[15] NICOLAIDE A.: Contributions à l'étude des phénomènes oscillatoires des alternateurs. Bul. Inst. Pol. Iași, **6**, fasc. 3—4, p. 197—218.

Cu privire la expresia puterii reactive a maşinii sincrone

V. N Nedelcu * – Bucureşti

CZ 621.313.322.016.25

Problema puterii reactive a constituit o preocupare de bază pentru şcoala electrotehnică romînă. În această problemă se încadrează lucrarea de faţă, în care se demonstrează că expresia puterii reactive a maşinii sincrone, care se foloseşte în literatura de specialitate, în regim de asimetrie completă de funcţionare a maşinii, nu reprezintă puterea reactivă.

În literatura de specialitate puterea reactivă a maşinii sincrone se exprimă în funcţie de mărimile longitudinale şi transversale [1].

Plecînd de la această expresie, L. G. Mamikonianţ [2] deduce expresia puterii reactive, care circulă între maşină şi reţea la funcţionarea acesteia în regim asincron. Această expresie este utilizată de asemenea în [3].

În legătură cu aceasta trebuie menţionat faptul că, pînă în prezent, noţiunea de putere reactivă instantanee chiar pentru cazul general al sistemelor periodice de frecvenţă constantă nu este definită** şi deci, cu atît mai mult, această noţiune trebuie determinată pentru cazul sistemelor în care frecvenţa este variabilă. Totuşi, după cum rezultă din [3], pentru exploatarea sistemelor energetice puterea reactivă instantanee prezintă un interes deosebit. În acest sens lucrarea [2] aduce o contribuţie considerabilă la rezolvarea acestei probleme prin concordanţa datelor teoretice şi experimentale. Însă, nici în [2] sau [3], nici în alte lucrări consacrate teoriei maşinilor de curent alternativ, nu se arată ce reprezintă formula puterii reactive în cazul funcţionării maşinii în regim de asimetrie completă.

În lumina celor spuse mai sus, lucrarea de faţă îşi propune să arate că în acest regim de funcţionare formula mai sus amintită nu reprezintă puterea reactivă. Pentru aceasta se va introduce noţiunea de vector spaţialo-temporal reprezentativ al sistemelor scalare polifazate cu repartiţie sinusoidală şi simetrică spaţială.

Metrica mărimilor reprezentative ale sistemelor polifazate

Considerăm sistemul de mărimi instantanee trifazat:

$$y_n = Y_n \cos(\omega t - \varepsilon_n) \qquad (1)$$

care satisface condiţia

$$\Sigma y_n = 0 \qquad (2)$$

unde

$$n = a, b, c.$$

(Mărimile y_n pot reprezenta tensiuni, curenţi, fluxuri etc.).

Acest sistem poate fi reprezentat simbolic astfel:

a) Prin intermediul fazorilor Fresnel ($\overleftarrow{y_n}$) care, faţă de un sistem complex de coordonate a cărui axă reală coincide cu axa de timp de referinţă, au expresiile:

$$\overleftarrow{y_n} = \dot{Y}_n e^{j\omega t}, \qquad (3)$$

unde:

$\dot{Y}_n$ reprezintă amplitudinile complexe (fazorul complex):

$$\dot{Y}_n = Y_n e^{-j\varepsilon_n}, \qquad (4)$$

astfel încît, între mărimile-original şi imagini există relaţiile:

$$y_n = \mathrm{Re}(\overleftarrow{y_n}). \qquad (5)$$

b) Prin intermediul unui fazor reprezentativ (temporal) ($\dot{y}$) care, în cazul general, este de amplitudine variabilă şi se roteşte în planul complex cu o viteză unghiulară variabilă (4,5,6):

$$\dot{y} = y\underline{/\varepsilon} = 2/3 \cdot (y_a + \alpha y_b + \alpha^2 y_c) \qquad (6)$$

unde:

$$\alpha = e^{j\rho}; \quad \alpha^2 = e^{j2\rho}. \qquad (7)$$

Mărimile-original se obţin ca proiecţii ale acestui fazor pe trei axe de timp (t_a, t_b, t_c) defazate una faţă de cealaltă cu $\rho = 2\pi/3$ rad. el., avînd succesiunea fazelor inversă în raport cu succesiunea fazelor fazorilor Fresnel, iar axa t_a se confundă cu axa reală a sistemului complex de coordonate.

Amplitudinea (y) şi faza (ε) ale fazorului reprezentativ pot fi uşor determinate în funcţie de mărimile-original:

$$y = \sqrt{\dot{y}\,\dot{y}^*} = \sqrt{2/3} \cdot \sqrt{\Sigma y_n^2} \qquad (8)$$

unde

$\dot{y}^*$ = fazorul complex conjugat fazorului $\dot{y}$:

$$\dot{y}^* = y\underline{/-\varepsilon} = 2/3 \cdot (y_a + \alpha^2 y_b + \alpha y_c), \qquad (9)$$

$$\cos\varepsilon = y_a/y. \qquad (10)$$

În cazul, cînd circuitele care sînt asociate cu mărimile y_n au o repartiţie arbitrară în spaţiu,

* Cd. ş. t. *V. N. Nedelcu* este conferenţiar la Catedra de maşini electrice din IPB şi şef de secţie la ICET.

** Vocabulaire Electrotechnique International. 2-ème Edition Groupe 05. UNESCO, 1956.

fazorul $\dot{y}$ nu are semnificație fizică; acesta este o mărime de calcul. Dacă însă circuitele respective au o repartiție sinusoidală și sînt dispuse simetric în spațiu (de exemplu, înfășurările unei mașini trifazate), atunci axele t_a, t_b, t_c coincid cu axele geometrice ale circuitelor $(a,b,c,)$, iar fazorul reprezentativ capătă un sens fizic precis, și anume reprezintă vectorul spațialo-temporal $(\underline{y})$ al sistemului considerat, adică se confundă cu amplitudinea maximă a undei spațiale rezultante. În consecință, pentru aceste sisteme metrica vectorului spațialo-temporal față de sistemul de coordonate a, b, c și în funcție de mărimile originale este identică cu metrica fazorului (temporal) reprezentativ.

Relațiile dintre mărimile reprezentative și celelalte mărimi care se folosesc în teoria mașinilor electrice de curent alternativ

Mărimile $\dot{y}$, $\underline{\dot{y}}$ se corelează cu componentele simetrice ale mărimilor instantanee $(\dot{y}_1, \dot{y}_2)$ prin intermediul relațiilor [4, 6]:

$$\dot{y} = 2\dot{y}_1 \tag{11}$$

respectiv

$$\dot{y}^* = 2\dot{y}_2. \tag{12}$$

Componentele simetrice ale valorilor complexe $(\dot{Y}_1, \dot{Y}_2)$ se corelează cu mărimile reprezentative (4, 5, 6, 7):

$$\dot{y} = \dot{Y}_1 e^{j\omega t} + \dot{Y}_2^* e^{-j\omega t} \tag{13}$$

$$\dot{y}^* = \dot{Y}_1^* e^{-j\omega t} + \dot{Y}_2 e^{j\omega t} \tag{14}$$

unde:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_1 &= 1/3\cdot(\dot{Y}_a + \alpha\dot{Y}_b + \alpha^2\dot{Y}_c) \\ \dot{Y}_2 &= 1/3\cdot(\dot{Y}_a + \alpha^2\dot{Y}_b + \alpha\dot{Y}_c) \end{aligned} \tag{15}$$

$$\begin{aligned} \dot{Y}_1^* &= 1/3\cdot(\dot{Y}_a^* + \alpha^2\dot{Y}_b^* + \alpha\dot{Y}_c^*) \\ \dot{Y}_2^* &= 1/3\cdot(\dot{Y}_a^* + \alpha\dot{Y}_b^* + \alpha^2\dot{Y}_c^*) \end{aligned} \tag{16}$$

Pe de altă parte, între componentele $\underline{\dot{y}}_1$, $\underline{\dot{y}}_2$ și componentele transversalo-longitudinale (y_q, y_d) (proiecțiile vectorului $\underline{\dot{y}}$ pe axele q, d ale unui sistem rectangular de coordonate, care se rotește cu viteza unghiulară $D\sigma$ $(D = d/dt)$ față de axele a, b, c) există relațiile [8]:

$$y_d = \underline{\dot{y}}_1 e^{-j\sigma} + \underline{\dot{y}}_2 e^{j\sigma} \tag{17}$$

$$y_q = -j(\underline{\dot{y}}_1 e^{-j\sigma} + \underline{\dot{y}}_2 e^{j\sigma})$$

unde:

σ este unghiul determinat de axele d și a.

Componentele y_d, y_q pot fi determinate în funcție de mărimile y_a, y_b, y_c în modul următor:

$$\begin{aligned} y_d = 2/3\cdot[&y_a\cos\sigma + y_b\cos(\sigma - \rho) + \\ &+ y_c\cos(\sigma + \rho)] \end{aligned} \tag{18}$$

$$\begin{aligned} y_q = 2/3\cdot[&y_a\sin\sigma + y_b\sin(\sigma - \rho) + \\ &+ y_c\sin(\sigma + \rho)]. \end{aligned}$$

În sfîrșit, mărimile reprezentative se corelează cu componentele α, β (proiecțiile vectorului $\underline{\dot{y}}$ pe axele α, β ale unui sistem rectangular de coordonate, fix față de axele a, b, c, axa α confundîndu-se cu axa a) cu ajutrul relațiilor:

$$\underline{\dot{y}} = y_\alpha + jy_\beta. \tag{19}$$

respectiv

$$\underline{\dot{y}}^* = y_\alpha - jy_\beta. \tag{20}$$

Formula puterii reactive care se întîlnește în literatură

În [1], [2], precum și în alte lucrări, se întîlnește următoarea formulă pentru puterea instantanee reactivă a mașinii sincrone în funcție de coordonatele d, q:

$$q = 3/2\cdot(u_q i_d - u_d i_q) \tag{21}$$

respectiv, pentru valoarea medie a acestei mărimi:

$$Q = 3/2\cdot 1/T\cdot\int_0^T q\,dt. \tag{22}$$

Conform celor spuse mai sus, în continuare vom examina semnificația acestei expresii pentru cazul sistemului trifazat de asimetrie completă.

Sistemul trifazat de asimetrie completă

Considerăm un sistem trifazat de asimetrie completă ale cărui tensiuni și curenți au expresiile:

$$u_n = U_n\cos(\omega t - \varepsilon_n) \tag{23}$$

$$i_n = I_n\cos(\omega t - \beta_n), \tag{24}$$

care satisface condiția (2).

Mărimile reprezentative de tensiune și curent în funcție de mărimile originale și componentele α, β au expresiile (6):

$$\begin{aligned} \dot{u} = \underline{\dot{u}} = u\,\underline{/\varepsilon} &= 2/3\cdot(u_a + \alpha u_b + \alpha^2 u_c) = \\ &= u_\alpha + ju_\beta \end{aligned} \tag{25}$$

$$\begin{aligned} \dot{i} = \underline{\dot{i}} = i\,\underline{/\beta} &= 2/3\cdot(i_a + \alpha i_b + \alpha^2 i_c) = \\ &= i_\alpha + ji_\beta. \end{aligned} \tag{26}$$

Pentru mărimile complex conjugate :

$$\dot{u}^* = \underline{\dot{u}}^* = 2/3 \cdot (u_a + \alpha^2 u_b + \alpha u_c) = u_\alpha - \mathrm{j}u_\beta \tag{27}$$

$$\dot{i}^* = \underline{\dot{i}}^* = 2/3 \cdot (i_a + \alpha^2 i_b + \alpha i_c) = i_\alpha - \mathrm{j}i_\beta \,. \tag{28}$$

Aceleaşi mărimi faţă de sistemul d, q :

$$\dot{u}_F = \underline{\dot{u}}_F = u \,/\, \underline{\varepsilon - \sigma} = u_d + \mathrm{j}u_q \tag{29}$$

$$\dot{i}_F = \underline{\dot{i}}_F = i \,/\, \underline{\beta - \sigma} = i_d + \mathrm{j}i_q \tag{30}$$

iar pentru mărimile complex conjugate

$$\dot{u}_B = \underline{\dot{u}}_B = u_d - \mathrm{j}u_q \tag{31}$$

$$\dot{i}_B = \underline{\dot{i}}_B = i_d - \mathrm{j}i_q. \tag{32}$$

Să examinăm produsele complexe :

$$\dot{s}' = 3/2 \cdot \dot{u}\,\dot{i}^* = p' + \mathrm{j}q' \tag{33}$$

şi

$$\dot{s}'' = 3/2 \cdot \dot{u}_F \dot{i}_B = p'' + \mathrm{j}q''. \tag{34}$$

Dacă se introduc relaţiile (25), (28) în (33) şi (29), (32) în (34) se obţine :

$$p' = \Sigma u_n i_n = 3/2 \cdot (u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta) \tag{35}$$

$$q' = 1/3 \cdot (u_{ab} i_c + u_{bc} i_a + u_{ca} i_b) \tag{36}$$

sau

$$q' = 3/2 \cdot (u_\beta i_\alpha - u_\alpha i_\beta) \tag{36'}$$

respectiv

$$p'' = 3/2 \cdot (u_d i_d + u_q i_q) \tag{37}$$

$$q'' = 3/2 \cdot (u_q i_d - u_d i_q). \tag{38}$$

Dacă în (37), (38) se introduc relaţii de tipul (18) se obţine :

$$\dot{s}' = \dot{s}''. \tag{39}$$

Expresia (36) este identică cu formula propusă de Iliovici [9, 10], plecînd de la considerentul că în regim simetric trifazat, această formulă exprimă puterea reactivă.

Pentru a vedea ce reprezintă această formulă în regim de asimetrie completă trebuie folosite relaţii de tipul (13), (14). Procedînd astfel, se obţine pentru $\dot{s}'$:

$$\dot{s}' = 3/2 \cdot (\dot{U}_1 \dot{I}_1^* + \dot{U}_2^* \dot{I}_2 + \dot{U}_1 \dot{I}_2 \mathrm{e}^{\mathrm{j}2\omega t} + \dot{U}_2^* \dot{I}_1^* \mathrm{e}^{-\mathrm{j}2\omega t}) \tag{40}$$

sau pentru valoarea medie :

$$\dot{S}' = P' + \mathrm{j}Q' = 3/2 \cdot (\dot{U}_1 \dot{I}_1^* + \dot{U}_2^* \dot{I}_2) \tag{41}$$

unde

$$P' = P_1 + P_2 \,;\; Q' = Q_1 - Q_2 \tag{42}$$

$$P_1 = 3/2 \cdot U_1 I_1 \cos \varphi_1 \,;\; P_2 = 3/2 \cdot U_2 I_2 \cos \varphi_2 \tag{43}$$

$$Q_1 = 3/2 \cdot U_1 I_1 \sin \varphi_1 \,;\; Q_2 = 3/2 \cdot U_2 I_2 \sin \varphi_2$$

unde :

$\dot{U}_1$, $\dot{I}_1$, $\dot{U}_2$, $\dot{I}_2$ sînt componentele simetrice complexe de tensiune şi curent.

La acelaşi rezultat se ajunge dacă în (37) (38) se introduc relaţii de tipul (17).

După cum se ştie [11], puterea reactivă a sistemului trifazat de asimetrie completă este :

$$Q = Q_1 + Q_2. \tag{44}$$

Se observă, că pentru cazul sistemelor trifazate de asimetrie simplă ($U_2 = 0$ sau $I_2 = 0$) :

$$Q' = Q. \tag{45}$$

Concluzii

Din cele de mai sus rezultă :

1. Formula puterii reactive a maşinii sincrone în coordonate d, q exprimă puterea reactivă numai în regim simetric de funcţionare sau în regim de asimetrie simplă.

2. Formula puterii reactive propusă de Iliovici [9], se obţine ca coeficientul părţii imaginare a produsului complex al vectorului (fazorului) reprezentativ de tensiune şi vectorului (fazorului) complex conjugat vectorului (fazorului) reprezentativ de curent.

3. În regim de asimetrie completă formula (22) exprimă diferenţa dintre puterea reactivă a sistemului de succesiune directă şi puterea reactivă a sistemului de succesiune inversă.

4. În legătură cu această situaţie apare întrebarea, dacă componentele α, β; d, q; 1, 2 etc., care se folosesc în teoria maşinilor de curent alternativ reflectă toate aspectele proceselor electromagnetice, care se desfăşoară în circuitele trifazate.

Bibliografie

[1] КОНКОРДИА, Ч. Синхронные машины, ГЭИ, 1959

[2] МАМИКОНЯНЦ, Л. Г. Определение реактивной мощности синхронной машины при асинхронном режиме. Электричество, 1958, № 3, 35—37

[3] ВЕНИКОВ, В. А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. ГЭИ, 1958.

[4] ЯНКО-ТРИНЦКИЙ, А. А. Уравения переходных электомагнитных процессов асинхронного двигателя и их решение. Электричество, № 3, 1951, 18—26.

[5] LYON W. Transient Analysis of Alternating-Current Machinery. J. Wiley & Sons, Chapman & Hall. New-York, London, 1954.

[6] KOVACS K. P. Symmetrische Komponenten der Momentanwerte, oder Vektoren der elektrischen Grössen? Archiv für Elektrotechnik, 45 Bd., 2 Heft, 1960, S. 99—117.

[7] ASTUNI, E. Transformazioni lineari per sistemi trifasi sinusoidali. L'Energia Elettrica, No. 1, 1961.

[8] ВАЖНОВ, А. И. Основы теории переходных процессов синхронной машины. ГЭИ, 1960.

[9] ILIOVICI A. Définition et mesure de la puissance et de l énergie réactives. Bulletin de la Societé Française des Electriciens, 1925, II, 931—954.

[10] BUDEANU C. I. Rapport sur le Comité des phénomenes réactifs et déformants. CIGRÈ, 1948.

[11] ANTONIU I. S. Chestiuni speciale de electrotehnică. Ed. Acad. R.P.R., 1956 Bucureşti.

Cercetări asupra fabricării în R.P.R. a izolatorilor de suspensie cu capă, din sticlă călită

Chiril Popescu, Florin Tănăsescu, D. Tenţulescu, Ida Goldenberg *

CZ 621.315.623.71 : 621.315.612.7

Obţinerea unei mase de sticlă corespunzătoare din punct de vedere al caracteristicilor electrice şi mecanice a permis ca I.P.C.M.C. şi I.C.E.T., în colaborare, să realizeze în ţară primii izolatori de suspensie cu capă, din sticlă călită.

Rezultatele obţinute în urma încercărilor de laborator făcute pe un număr mai mare de izolatori (peste 200 buc.) permit să se tragă concluzia că izolatorul are caracteristici electrice şi mecanice foarte bune, care-l situează la nivelul tehnicii mondiale.

Realizat numai cu materii prime din ţară, după o tehnologie specială de prelucrare şi tratament termic, noul tip de izolator creează premisele obţinerii unor importante economii ce rezultă atît din reducerea gabaritului izolatorului şi armăturilor de fixare (în comparaţie cu cel de porţelan), cît şi din investiţiile mici necesare pentru această fabricaţie.

1. Generalităţi

Obţinerea de materiale noi care să necesite materii prime din ţară şi care să ducă la realizarea unor produse cu preţ de cost cît mai scăzut, este o preocupare fundamentală a cercetătorilor din ţara noastră. Mergînd pe această cale cercetătorii din Institutul de Proiectări şi Cercetări pentru Construcţii şi Materiale de Construcţii (IPCMC) şi din Institutul de Cercetări Electrotehnice (ICET), în colaborare, au realizat o masă de sticlă călită capabilă să înlocuiască porţelanul în construcţia izolatorilor de înaltă tensiune [1].

2. Avantajele şi dezavantajele unei producţii de izolatori din sticlă călită

Unul din motivele principale pentru care s-a abordat şi în ţara noastră problema realizării izolatorilor din sticlă a fost progresul făcut pe plan internaţional în legătură cu producţia acestor tipuri de izolatori, producţie care prezintă următoarele avantaje, aşa cum rezultă din literatura de specialitate :

a) Proprietăţile mecanice ale izolatorilor din sticlă călită sînt superioare faţă de cele ale izolatorilor din porţelan [2, 3, 4].

b) Proprietăţile electrice ale sticlei pînă la o temperatură de 150°C şi în special pierderile dielectrice sînt mai bune decît ale porţelanului [2, 5].

c) Proprietăţile electrice şi mecanice ale masei de sticlă călită, fiind mai bune decît ale porţelanului, determină pentru izolatorii din sticlă călită gabarite şi greutăţi mai mici decît pentru cei similari din porţelan atît în ceea ce priveşte corpul izolant cît şi armăturile [2, 6, 7].

d) Procesul tehnologic de producţie a izolatorilor din sticlă este mai simplu şi timpul de execuţie este mult mai mic faţă de o producţie de izolatori din porţelan, chiar în condiţiile unei mecanizări necomplete. În plus procesul tehnologic se poate complet mecaniza şi automatiza, fapt ce contribuie esenţial la scurtarea timpului de execuţie [2, 8].

e) Datorită transparenţei sticlei, detectarea defectelor interne (crăpături, bule de aer etc.) se face sigur şi simplu (vizual), pe cînd la izolatorii de porţelan, această detectare nu se poate face decît prin încercări de laborator, care presupun utilaje destul de costisitoare [2,8].

f) Investiţiile necesare construirii fabricilor de izolatori din sticlă călită sînt mult mai mici decît a celor de porţelan [9].

g) Ca o concluzie firească a avantajelor menţionate mai sus rezultă un preţ de cost mai redus decît pentru izolatorii similari din porţelan, în special în cazul unei producţii foarte mari, cu procese tehnologice mecanizate şi automatizate [2, 8, 10].

h) Micşorarea preţului de cost a izolatorilor are drept urmare imediată ieftinirea construcţiei liniilor de transport de înaltă tensiune, în special a celor de 110 kV şi mai mari [11].

i) Nu numai construcţia liniilor de înaltă tensiune, dar şi întreţinerea lor se ieftineşte în cazul utilizării izolatorilor din sticlă călită, datorită faptului că aceştia, cînd se defectează, se pot observa vizual, pe cînd cei din porţelan trebuie verificaţi cu dispozitive speciale [3, 4].

O producţie de izolatori din sticlă călită are însă şi o serie de dezavantaje, şi anume :

a) Procesul tehnologic de fabricaţie trebuie condus astfel încît să se asigure o omogenizare perfectă a masei de sticlă din care se presează izolatorii şi să se excludă posibilitatea impurificării acesteia. Lipsa de omogenitate şi incluziunile de corpuri străine în masa de sticlă

*) Ing. *Ch. Popescu* şi ing. *Fl. Tănăsescu* sînt cercetători principali la ICET ; ing. *D. Tenţulescu* este şef de secţie la IPCMC iar ing. *Ida Goldenberg* este şef de laborator la acelaşi institut.

provoacă în cursul procesului de călire tensiuni suplimentare care strică echilibrul tensiunilor create şi duc la distrugerea izolatorilor [2].

b) Matriţele pentru presarea izolatorilor trebuie confecţionate din oţeluri speciale rezistente la temperaturi de 900...1000°C, în special pentru sticle nealcaline, categorie din care face parte sticla R_1, găsită de autori ca fiind cea mai corespunzătoare pentru ţara noastră [1].

c) Spre deosebire de izolatorii din porţelan, cei din sticlă călită nu se pot confecţiona într-un sortiment prea bogat, din cauza dificultăţilor, uneori de netrecut, ce le prezintă la presarea în matriţe şi la călire izolatorii care au neuniformităţi mari în grosimea pereţilor. Din acest punct de vedere rezultă ca avantajoasă, în special, fabricarea izolatorilor de suspensie cu capă, din sticlă călită, tip de izolator care de altfel a căpătat o foarte mare extindere chiar pentru linii de tensiunile cele mai înalte [2]. Rezultă deci, că o bună organizare a producţiei de izolatori de înaltă tensiune trebuie să ţină seama de posibilităţile sticlei şi ale porţelanului, şi să profileze fabricile respective după aceste posibilităţi. Acest lucru s-a planificat să se realizeze pe scară largă în Uniunea Sovietică [11].

d) Datorită faptului că sticla are o constantă dielectrică mai ridicată decît porţelanul rezultă că perturbaţiile radiofonice provocate de lanţurile de izolatori din sticlă sînt mai mari decît pentru cei din porţelan. Acest dezavantaj este anihilat pentru lanţuri cu un număr mare de elemente (de la şapte în sus) de mai bună repartiţie a tensiunii obţinută pe lanţurile cu izolatori din sticlă faţă de cele cu izolatori din porţelan [4].

3. Stadiul actual în tehnica mondială

Analizînd avantajele şi dezavantajele unei producţii de izolatori din sticlă călită, rezultă că înlocuirea izolatorilor de suspensie cu capă de porţelan, cu cei din sticlă călită, prezintă importante avantaje tehnico-economice. Acest lucru a determinat de altfel larga răspîndire în întreaga lume a acestor tipuri de izolatori din sticlă călită. Astfel în Franţa 30% din reţelele de transport regionale de 90, 150, 200 kV au izolatori din sticlă călită, sticla necălită fiind utilizată în proporţie de 80% în reţeaua de 15 kV [8]. În Italia industria izolatorilor din sticlă călită şi pirex este în cotinuă dezvoltare, iar în Portugalia în ultimul timp s-a trecut la înlocuirea izolatorilor din porţelan cu cei din sticlă [12]. În Suedia s-au instalat izolatori din sticlă de provenienţă engleză chiar pe linii de 400 kV, în lanţuri de cîte 24 elemente [12, 13]. În Polonia există de asemenea preocupări în legătură cu dezvoltarea fabricaţiei izolatorilor de linii din sticlă călită [14, 15]. În Anglia producţia izolatorilor din sticlă a luat o foarte mare dezvoltare, trecîndu-se la procese tehnologice automatizate [16]. S-au construit cu izolatori din această ţară linii de tensiune de 200...400 kV curent alternativ [12], iar în prezent se studiază posibilitatea utilizării izolatorilor din sticlă şi la tensiuni continue [16]. Extinderea mare pe care a luat-o în Anglia industria izolatorilor din sticlă este urmarea unor îndelungate studii comparative cu izolatori similari de porţelan în diverse condiţii de climă şi solicitări electromecanice, atît în laborator cît şi în linii instalate în diverse regiuni ale globului [17, 18].

În U.R.S.S. s-a mers pe două căi în realizarea izolatorilor de sticlă, una din căi utilizînd sticla calcosodică [7, 19], alta utilizînd sticla fără alcalii [2, 20]. În ambele cazuri rezultatele obţinute în exploatare au fost concludente şi au făcut ca să se dea o mare atenţie producerii izolatorilor de sticlă în cadrul septenalului. În paralel se extinde şi producţia de izolatori din porţelan, dar izolatorii din sticlă vor reprezenta, pînă în 1965, 30% din producţia totală de izolatori de înaltă tensiune [11].

În ţară noastră problema izolatorilor din sticlă este în faza experimentală. După stabilirea masei de sticlă necesare [1] s-a trecut la realizarea izolatorilor de suspensie cu capă în fază de laborator. Rezultatele obţinute se prezintă în cele ce urmează.

4. Consideraţii privind proiectarea tipului de izolator ales

În proiectarea izolatorilor de suspensie cu capă, din sticlă călită (denumiţi IS—1) s-a urmărit să se obţină cel puţin aceleaşi performanţe electrice şi mecanice ca ale izolatorilor de porţelan şi s-au avut în vedere atît caracteristicile masei de sticlă alese (masa R_1 [1]), cît şi cerinţele impuse de tehnologia de fabricaţie a produselor de sticlă călită. Tipul de izolator proiectat este prevăzut a fi utilizat în zone de murdărire ponderată şi în consecinţă linia de conturnare a fost stabilită ţinînd seama de acest lucru.

În ceea ce priveşte solicitarea la străpungere s-a impus în calcul ca tensiunea minimă de străpungere să fie 100 kV (cu 60% peste cea impusă de norme [21]), ţinîndu-se seama de grosimea impusă de problemele ridicate de presare şi călire.

Verificarea s-a făcut în 2 regiuni:

a) capul izolatorului s-a echivalat cu un condensator constituit din două sfere concentrice, gradientul maxim fiind în acest caz [22]:

$$g_{max} = \frac{VR}{(R - r)\,r} \qquad (1)$$

în care :

V este tensiunea de străpungere minimă impusă (100 kV);
R — raza exterioară a capului izolatorului în cm;
r — raza interioară a capului izolatorului în cm.

A rezultat un gradient de potențial de 140 kV/cm, ceea ce raportat la gradientul de potențial obținut pentru epruvete de 3 mm, determină un coeficient de siguranță de 2,9.

b) Gîtul izolatorului s-a echivalat cu un condensator constituit din doi cilindri coaxiali, gradientul maxim fiind în acest caz [22]:

$$g_{max} = \frac{V}{r \ln \frac{R}{r}} \qquad (2)$$

simbolurile literare avînd aceeași semnificație ca în expresia (1).

A rezultat un gradient de potențial de 128 kV/cm, ceea ce determină un coeficient de siguranță de 3,2.

Valabilitatea coeficienților de siguranță aleși a fost confirmată de rezultatele experimentale așa cum se va vedea mai departe.

Calculul mecanic al izolatorului s-a făcut la tracțiune, cu formulele cunoscute, luîndu-se un factor de siguranță egal cu 2, față de performanțele obținute pe epruvetă. Experimentările făcute pe izolatorii armați au demonstrat însă că, în cazul în care se contează pe o armare bună, adică atunci cînd se creează premisele ca ruperea izolatorului să fie provocată nu de smulgerea armăturilor ci de ruperea sticlei, coeficientul de siguranță poate fi ales maximum 1,4. Pentru a asigura solicitarea piesei de sticlă

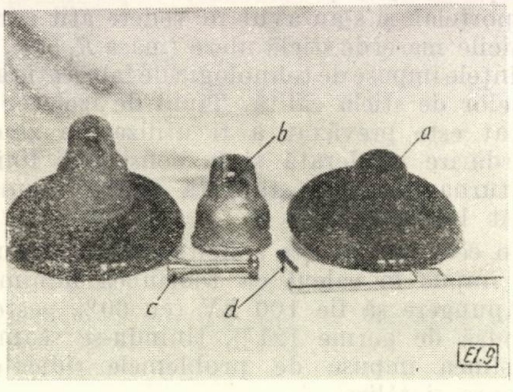


Fig. 1. Izolatorul IS—1 și elementele sale componente :
a — piesa de sticlă; *b* — capa; *c* — bolțul; *d* — siguranța.

pînă la efortul maxim de care este ea capabilă, s-a dat o mare atenție studierii ansamblului armătură-ciment. Forma armăturilor și în special a tijelor, are o mare importanță în transmiterea eforturilor. Din această cauză problema alegerii tijelor în funcție de forma cavității izolatorului se rezolvă numai prin studii de fotoelasticitate a ansamblului, studii care dau imaginea distribuției eforturilor în îmbinare [23, 24]. Un număr de cinci variante au fost încercate, cu sprijinul laboratorului de fotoelasticitate din INCERC și rezultatele au indicat ca cea mai favorabilă, tija de tipul celei din figura 1. Celelalte dimensiuni ale armăturilor au fost determinate ținîndu-se seama de armăturile existente în prezent, pentru izolatorii similari din porțelan, urmărindu-se ca să nu se modifice nimic în sistemul practicat în prezent la prinderea izolatorilor între ei.

Izolatorul și elementele sale componente, realizat conform proiectului, este arătat în figura 1.

5. Tehnologia fabricării izolatorului de sticlă IS—1

Pentru faza de laborator s-a folosit un proces tehnologic bazat în special pe prelucrări manuale. Fluxul tehnologic folosit pentru realizarea unui lot experimental de izolatori se vede în figura 2. El a fost stabilit în funcție de caracteristicile masei de sticlă și de forma izolatorului. În continuare se descriu etapele principale ale fabricației.

5.1. *Prepararea materiilor prime și realizarea amestecului.* Materiile prime folosite au fost nisipul de calitatea V_2, caolin de calitatea I, dolomit calitatea I și steatit de Hunedoara cu conținut de minimum 20% MgO și maximum 1% Fe_2O_3. Aceste materii prime asigură realizarea următoarei compoziții chimice a sticlei R_1 folosită : 61,5% ± 0,5% SiO_2; 17,5% ± 0,5 % Al_2O_3; 10% ± 0,5% CaO; 9% ± 0,5% MgO, maximum 1% alcalii și maximum 1% Fe_2O_3.

Prepararea materiilor prime se face în mod diferit. Astfel, nisipul se usucă și apoi se cerne prin site de 0,5 mm, iar caolinul se usucă și apoi se cerne prin sita de 0,2 mm. Dolomitul se macină și apoi se cerne prin sita de 0,5 mm și în sfîrșit steatitul se macină și se cerne prin sita de 0,2 mm. După cernere, toate materiile prime se dozează gravimetric cu cîntare cu toleranțe de maximum 0,5%, în proporțiile impuse de rețeta calculată pe baza compoziției materiilor prime, în scopul realizării compoziției chimice a masei de sticlă.

Amestecarea materiilor prime astfel preparate și dozate se face în mașini de amestec, în stare uscată, astfel ca să se obțină un grad maxim de omogenitate. Pentru evitarea prăfuirii la încărcarea în cuptor se permite o umezire de pînă la 2% a amestecului, la sfîrșitul omogenizării.

5.2. *Realizarea topiturii.* Pentru realizarea unei topituri cît mai omogene se face inițial o pretopire a amestecului de materii prime, într-un cuptor-vană, la o temperatură de 1 500 ... 1 550°C. Controlul pretopirii se face măsurînd și înregistrînd temperaturile din cuptor și camerele regeneratoare, verificînd gradul de topire și asigurînd un nivel constant pentru masa topită.

Cuptorul, cu funcționare continuă, este prevăzut cu un jgheab prin care se scurge masa topită alternativ în două bazine cu apă. Frita astfel formată în bazine se scoate, depozitîndu-se în boxe astfel construite încît să se împiedice impurificarea.

menținerea constantă a nivelului din cuptor. Imediat, înainte de începerea prelucrării, se scot probe suflate care nu trebuie să conțină băşici sau incluziuni solide.

5.3. *Prelucrarea topiturii.* Prelucrarea topiturii se face prin presare pe o presă manuală în matrițe din oțel refractar cu un conținut de circa 30% Ni și cca. 24% Cr. În matriță se realizează forma izolatorului cu excepția golului din interiorul capului care se formează cu un dispozitiv special montat pe matriță, însă acționat tot manual. Dacă matrițele nu sînt din oțel corespunzător ele se uzează după un foarte mic număr de presări, datorită temperaturii mari de

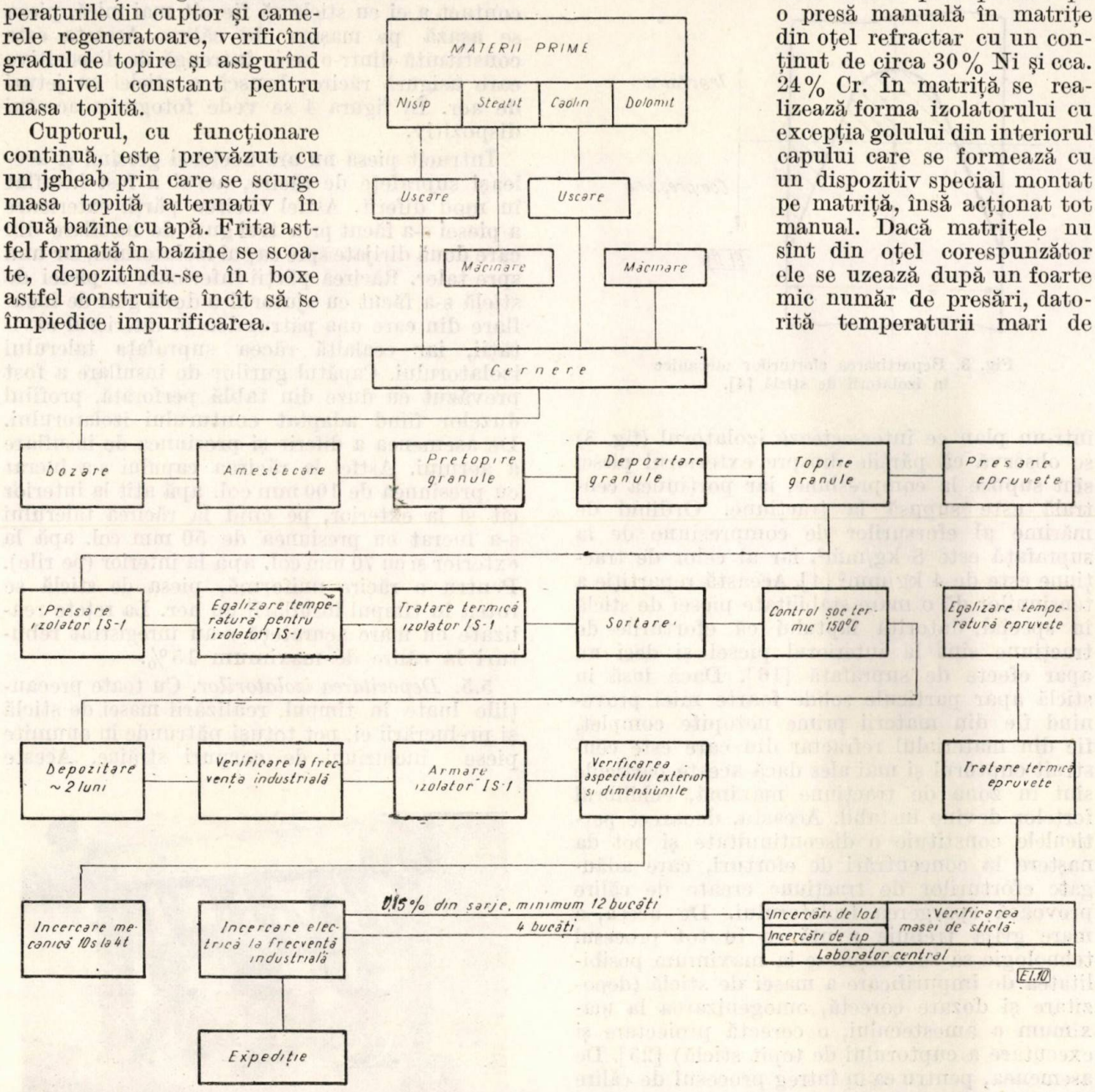


Fig. 2. Fluxul tehnologic pentru fabricarea izolatorului IS–1.

Masa de sticlă topită se realizează prin topirea la temperaturi de 1 500...1 550°C a granulelor obținute în operația de pretopire. Cuptorul este cu canal de trecere și are o zonă de topire și o zonă de lucru. Temperatura în zona de lucru este de 1 400...1 450°C. Controlul topirii se face prin măsurarea și înregistrarea temperaturilor în zona de topire și de lucru și prin prelucrare, determinînd ca fețele exterioare ale izolatorului să nu mai fie perfect netede.

5.4. *Tratamentul termic.* Tratamentul termic este determinant în obținerea unor izolatori cu calități mecanice și termice superioare. Punerea la punct a tehnologiei de călire a sticlei a fost în fond factorul esențial care a făcut din sticlă un concurent serios pentru porțelan.

Prin călirea sticlei, operație care este de fapt o răcire bruscă a izolatorului în condiții bine determinate, se creează în sticlă tensiuni interne controlabile ca mărime și repartizare. Reprezentînd o curbă a repartizării efortului

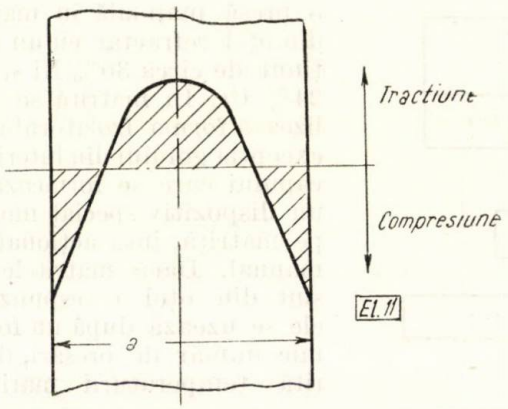


Fig. 3. Repartizarea eforturilor mecanice în izolatorii de sticlă [4].

într-un plan ce intersectează izolatorul (fig. 3) se observă că părțile dinspre exteriorul piesei sînt supuse la compresiune, iar porțiunea centrală este supusă la tracțiune. Ordinul de mărime al eforturilor de compresiune de la suprafață este 8 kg/mm², iar al celor de tracțiune este de 4 kg/mm² [4]. Această repartiție a tensiunilor dă o mare stabilitate piesei de sticlă în special datorită faptului că eforturile de tracțiune sînt la interiorul piesei și deci nu apar efecte de suprafață [16]. Dacă însă în sticlă apar particule solide foarte mici provenind fie din materii prime netopite complet, fie din materialul refractar din care este construit cuptorul și mai ales dacă aceste particule sînt în zona de tracțiune maximă, echilibrul forțelor devine instabil. Aceasta, deoarece particulele constituie o discontinuitate și pot da naștere la concentrări de eforturi, care adăugate eforturilor de tracțiune create de călire provoacă spargerea izolatorului. De aceea, o mare grijă trebuie avută ca în tot procesul tehnologic să se micșoreze la maximum posibilitatea de impurificare a masei de sticlă (depozitare și dozare corectă, omogenizarea la maximum a amestecului, o corectă proiectare și executare a cuptorului de topit sticlă) [25]. De asemenea, pentru ca în întreg procesul de călire eforturile de compresiune și tracțiune create să fie în permanență în echilibru, este necesar ca gradul de răcire să fie uniform pe toată suprafața izolatorului, și acest proces să fie precedat de un proces de anulare a eforturilor provenite de la presarea izolatorului.

Ținînd seama de principiile enunțate mai sus, s-a elaborat un procedeu de călire propriu tipului de izolator executat.

După presarea și fasonarea interiorului, piesa de sticlă se introduce într-un cuptor de egalizare cu temperatura de 820°C unde se ține 10 min. Apoi piesa se trece într-un cuptor cu o temperatură de 1 100° C, unde se ține cca. 20 s. Cu aceasta se termină procesul de egalizare a eforturilor și cu ajutorul unei furci din oțel refractar construită astfel ca suprafața de contact a ei cu sticla să fie cît mai mică, piesa se așază pe mașina de călire. Aceasta este constituită dintr-o serie întreagă de dispozitive care asigură răcirea bruscă a sticlei cu jeturi de aer. În figura 4 se vede fotografia acestui dispozitiv.

Întrucît piesa nu are aceleași grosimi și aceleași suprafețe de răcire, aerul a fost insuflat în mod diferit. Astfel răcirea părții exterioare a piesei s-a făcut prin trei guri de insuflare din care două dirijate spre capul izolatorului, iar una spre taler. Răcirea părții inferioare a piesei de sticlă s-a făcut cu ajutorul a două guri de insuflare din care una pătrundea în interiorul cavității, iar cealaltă răcea suprafața talerului izolatorului. Capătul gurilor de insuflare a fost prevăzut cu duze din tablă perforată, profilul duzelor fiind adaptat conturului izolatorului. De asemenea a diferit și presiunea de insuflare a aerului. Astfel la răcirea capului s-a lucrat cu presiunea de 100 mm col. apă atît la interior cît și la exterior, pe cînd la răcirea talerului s-a lucrat cu presiunea de 50 mm col. apă la exterior și cu 70 mm col. apă la interior (pe rile). Pentru o răcire uniformă, piesa de sticlă se rotea în timpul insuflării cu aer. La rețete realizate cu mare acuratețe s-au înregistrat rebuturi la călire de maximum 15%.

5.5. *Depozitarea izolatorilor.* Cu toate precauțiile luate în timpul realizării masei de sticlă și prelucrării ei, pot totuși pătrunde în anumite piese incluziuni de corpuri străine. Aceste

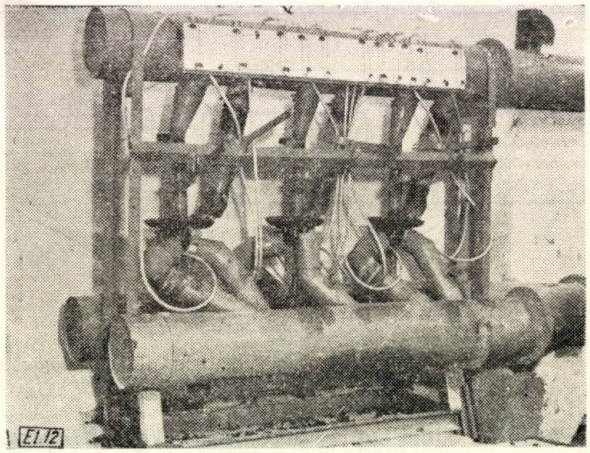


Fig. 4. Fotografia dispozitivului de călire a izolatoarelor de sticlă.

piese în bună parte se sparg la călire. Rămîn totuși unele care nu se sparg în timpul călirii și de aceea este necesară o depozitare de cca.

două luni de zile timp în care se sparg toți izolatorii necorespunzători, datorită stricării în timp a echilibrului eforturilor de întindere și compresiune creat.

5.6. *Armarea izolatorilor.* Armăturile metalice (capa și bolțul) se prind de piesa de sticlă cu ciment. Calitatea cimentului și tehnologia de armare trebuie să ducă la folosirea întregii rezistențe mecanice a sticlei, adică trebuie să asigure o rezistență mai mare pentru îmbinare, decît pentru sticlă. În caz contrar, la încercările de tracțiune, în loc ca ruperea izolatorului să se facă datorită distrugerii sticlei, se face datorită smulgerii armăturilor.

S-a utilizat pentru armare ciment RIM, deoarece acesta își capătă proprietățile mecanice maxime în timp foarte scurt și deci se scurtează timpul de priză. Cu ajutorul șabloanelor s-au asigurat cotele de montaj și coaxialitatea pieselor de îmbinare. De asemenea s-au luat toate măsurile ca cimentul să umple complet cavitățile capei și izolatorului.

6. Studiul electromecanic al izolatorului realizat

În vederea stabilirii parametrilor izolatorului din sticlă călită realizat (IS—1) s-au făcut atît încercări în conformitate cu normele CEI [26, 27], franceze [28] și britanice [29] cît și încercări neindicate în norme. Toate măsurările de înaltă tensiune s-au efectuat în conformitate cu normele CEI [26] și cu indicațiile din literatura de specialitate [30]. Valorile minime ale parametrilor determinați sînt trecute în tabela 1, iar modul de executare a încercărilor se descrie mai jos.

6.1. *Incercările la impuls de tensiune* s-au efectuat utilizîndu-se generatorul de impuls

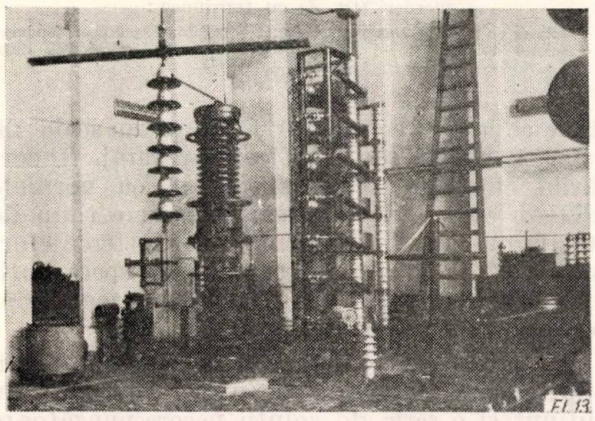


Fig. 5. Lanț de izolatori din sticlă montat pentru încercările de impuls de tensiune și generatorul de 1 MV, 11 kWs.

de tensiune de 1 MV, 11 kWs (fig. 5) existent la ICET. Forma undei de tensiune a fost de 1,4/42 μs, deci încadrată cu toleranțele respective în forma de undă CEI de 1,2/50 μs. Încercarea de ținere în conformitate cu normele CEI s-a efectuat pe 20 izolatori, cu ambele polarități de undă, cu o valoare de vîrf de 90 kV_{max}. Determinarea tensiunii 50% conturnări s-a făcut pe cinci izolatori, aplicîndu-se pe fiecare cîte 20 unde pentru ambele polarități. Valorile minime obținute au fost de 100 kV_{max} pentru polaritate negativă și 95 kV_{max} pentru polaritate pozitivă. În timpul probei, izolatorul a fost montat în același mod în care se vede montat în figura 5 un lanț de izolatori de 110 kV.

6.2. *Incercările la frecvență industrială în stare uscată și sub ploaie* s-au făcut pe aceiași 20 izolatori pentru care s-au făcut și încercările de impuls, izolatorii fiind montați ca la punctul 6.1.

Pentru încercări s-a utilizat un transformator de 100 kV, 40 kVA, circuitul de încercare asigurînd un curent de scurtcircuit de 0,5 A și o instalație de ploaie artificială, cu duze normalizate CEI, practica europeană [24], ploaia avînd caracteristicile cerute de norme [26, 27, 28, 29]. Toți izolatorii au trecut probele de ținere făcute cu o tensiune de 45 kV_{ef}, iar valorile minime obținute pentru tensiunea de conturnare în stare uscată și sub ploaie au fost de 70 kV_{ef}, respectiv 50 kV_{ef}.

6.3. *Incercările de străpungere* s-au făcut conform normelor CEI cu frecvență industrială în ulei de transformator, deși această metodă este mult discutată în literatura de specialitate [4], deoarece dă rezultate cu o dispersie mare din cauza diferenței apreciabile dintre constantele dielectrice ale uleiului și sticlei. S-au încercat la străpungere patru din izolatorii care au suportat în prealabil încercările la variații bruște de temperatură și la șocul termic, obținîndu-se pentru tensiunea de străpungere valori între 107 kV_{ef} și 130 kV_{ef}, adică gradienți de potențial între 150 kV/cm și 180 kV/cm, fapt care confirmă justețea coeficienților de siguranță aleși în calcul (a se vedea punctul 4).

În timpul probelor de străpungere s-a verificat afirmația făcută în literatura de specialitate, că în momentul străpungerii se face distrugerea completă a izolatorilor din sticlă călită, spre deosebire de izolatorii din porțelan la care străpungerea nu se observă vizual, așa cum reiese din figura 6.

6.4. *Determinarea pragului inferior de ionizare* s-a făcut prin trasarea curbelor de variație a unghiului de pierderi cu tensiunea, izolatorul fiind montat ca în figura 7. Determinarea s-a făcut pe trei izolatori. Curba cea mai dezavantajoasă obținută, fiind dată în figura 8. Tot în aceeași figură 8 sînt redate, comparativ: curbele de variație a tangentei unghiului de pierderi cu tensiunea pentru izolatorul romînesc din porțelan IC4, pentru izolatorul japonez

din porțelan și pentru izolatorul din sticlă calcosodică după Reverey [5].

Din figura 8 rezultă că pragul inferior de ionizare a izolatorului IS—1 este sub 20 kV_{ef} și tangenta unghiului de pierderi este în permanență mai mică decît cea corespunzătoare izolatorilor de porțelan sau din sticle calcosodice.

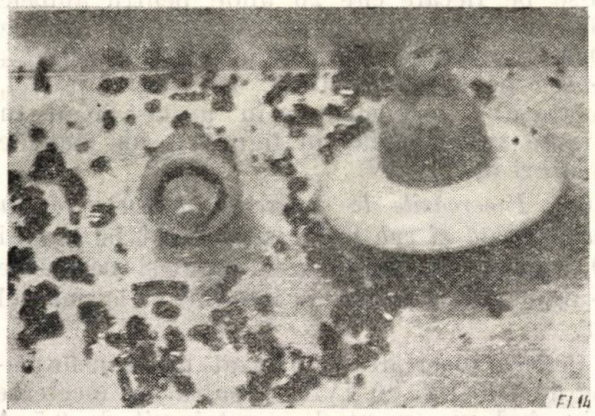


Fig. 6. Izolatori din sticlă și din porțelan străpunși la frecvență industrială.

6.5. *Verificarea rezistenței la variații bruște de temperatură* s-a făcut pentru 14 izolatori armați. Aceștia au suportat fiecare cîte cinci cicluri de imersiune succesivă în două vase cu apă între care era o diferență de temperatură de 70°C. Cantitatea de apă din vase, timpul de imersiune (30 min), timpul de trecere dintr-un vas în altul (sub 30 s) precum și toate celelalte condiții ale încercării au fost în conformitate cu normele [27, 28, 29]. După efectuarea

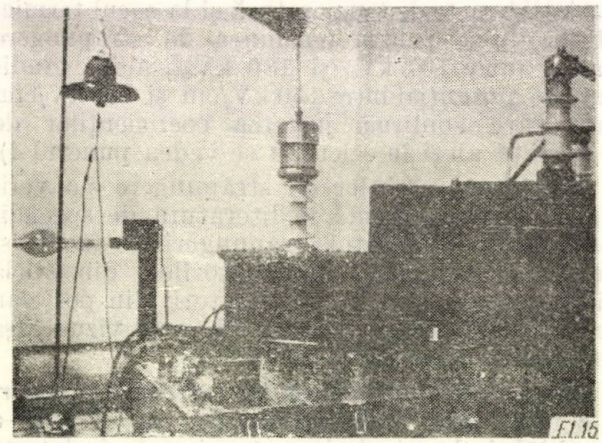


Fig. 7. Determinarea variației unghiului de pierderi cu tensiunea.

celor cinci cicluri, izolatorii au fost supuși la încercarea de frecvență industrială descrisă mai jos (punctul 6.8), încercare la care au rezistat. Pentru doi izolatori s-a mărit diferența de temperatură a apei din cele două vase de la 70°C la 100°C (apă fiartă — apă cu ghiață) și s-au repetat la această diferență cele cinci cicluri de imersiune, iar izolatorii au rezistat.

În timpul fabricației, piesele de sticlă fără armături au fost încercate la diferențe de temperatură pînă la 200°C fără a se observa deteriorări.

6.6. *Verificarea rezistenței la șocul termic* s-a făcut pentru șase izolatori care suportaseră în prealabil verificarea la variații bruște de temperatură. În conformitate cu normele [27, 28, 29] izolatorii au fost încălziți într-un cuptor, timp de 90 min, la o temperatură mai mare cu 100°C decît cea a apei curente și apoi au fost scufundați brusc în apă rece fără să se spargă. Pentru doi izolatori proba a fost dusă pînă la distrugere, obținîndu-se acest lucru pentru o diferență de temperatură de 110°C.

6.7. *Încercări mecanice de tracțiune* s-au făcut pe 20 izolatori cu ajutorul unei mașini de trac-

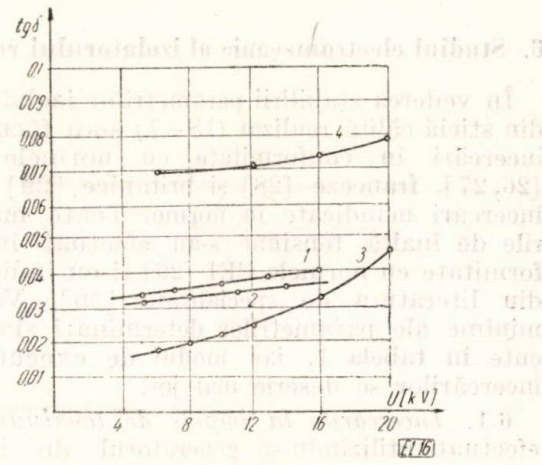


Fig. 8. Variația tangentei unghiului de pierderi (tg. δ) cu tensiunea :

1 — izolator de porțelan romînesc IC—4; *2* — izolator de porțelan japonez; *3* — izolator din sticlă IS—1; *4* — izolator din sticlă calcosodică după Reverey [5].

țiune-compresiune de 60 t cu patru scale de măsură, existente la Electroaparataj. Încercările efectuate în conformitate cu normele CEI au constat în încercări de ținere timp de 10 s la un efort de 8 t urmate de creșterea efortului pînă la rupere. Eforturile de rupere obținute sînt cuprinse între 10 și 14 t, toate prezentînd distrugerea sticlei.

În cursul cercetărilor în vederea stabilirii unui proces tehnologic de armare optim, s-au obținut și o serie de soluții necorespunzătoare care au determinat ruperea izolatorului datorită smulgerii tijei la eforturi de 3...5 t. În figura 9 se poate vedea o tijă smulsă și structura neomogenă a cimentului.

Întrucît în literatură [4] se afirmă că piesele rămase asamblate după distrugerea prin străpungere a izolatorului (fig. 6) își păs-

trează calitățile mecanice, datorită faptului că în momentul străpungerii tensiunile din capul izolatorului se eliberează, și prin dilatarea acestuia reușesc să asigure o mare adeziune a sticlei de cimentul din capă, s-au încercat la efort

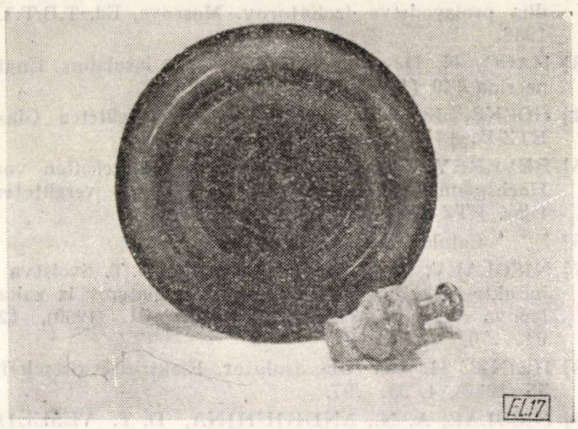


Fig. 9. Smulgerea tijei la un izolator armat necorespunzător.

mecanic aceste piese. S-au obținut eforturi de rupere de aceeași valoare cu cele obținute pe izolatorii intacți, ceea ce confirmă justețea afirmației.

aplicarea, timp de 5 min, a unei tensiuni atît de mari încît la fiecare 4... 5 s să se înregistreze cel puțin o conturnare pe cel puțin un izolator [27].

7. Concluzii

În țara noastră s-a realizat prin studierea în comun la IPCMC și ICET, izolatorul de suspensie cu capă din sticlă călită (IS—1), care așa cum rezultă din tabela 1 este comparabil ca proprietăți cu izolatorul sovietic П С—8,5 [7] și cel francez nr. 1510 [32] și asigură proprietăți superioare celor impuse de standardele de stat [21, 33] izolatorilor similari din porțelan (IC—4 și IC—6).

Față de izolatorul IC—4 „izolatorul IS—1 prezintă atît gabarite mai reduse, așa cum rezultă din figura 10, cît și greutăți de material izolant și armături mai mici, la performanțe electrice și mecanice corespunzătoare. Aceste gabarite reduse (și în special pasul mai mic) determină lungimi mai mici de lanțuri, așa cum se vede în figura 11, în care se compară lanțurile de izolatori de porțelan și din sticlă.

Un avantaj esențial pe care acest tip de izolator îl dă exploatării este că, spre deosebire de izolatorii de porțelan, momentul străpungerii la izolatorul de sticlă se poate sesiza

Tabela 1

Tabel comparativ cu rezultatele obținute pe izolatorii de sticlă

Caracteristici	Unitate de măsură	Izolator de porțelan românesc [21, 23]		Izolator sovietic [7]		Izolator francez Electroverre		Izolator românesc IS—1
		IC—4	IC—6	ПС—4,5	ПС—8,5	Nr. BS—1501 A [31]	Nr. 1510 [32]	
Pasul	mm	175	195	130	150	140	145	146
Diametrul	mm	280	280	254	290	254	254	254
Tensiunea de conturnare în stare uscată, valoare minimă	kV_{ef}	70	70	62	68	67	70	70
Tensiunea de conturnare sub ploaie, valoare minimă	kV_{ef}	50	50	40	45	45	45	50
Tensiunea 50% conturnări, unda de impuls pozitivă, valoare minimă	kV_m	100	100	100	106	85	100	95
Tensiunea 50% conturnări, unda de impuls negativă, valoare minimă	kV_m	100	100	100	110	84	105	100
Tensiunea de străpungere în ulei, valoare minimă	kV_{ef}	90	90	87	95	100	100	100
Efort mecanic de rupere, valoare minimă	tf	4	6	8	11	5	10	10
Variații bruște de temperatură, valoare minimă	°C	70	70	70	70	70	70	70
Șoc termic, valoare minimă	°C	—	—	—	—	100	100	100
Greutate, valoare maximă	kgf	7,1	11	3,8	6,5	3,8	5	5

6.8. *Încercarea de serie, la frecvență industrială* s-a făcut pentru toți izolatorii realizați înregistrîndu-se un rebut de 2,5% (sub 3% admis de CEI). Încercarea a constat în vizual de la distanță (datorită faptului că pălăria se distruge); în același timp însă izolatorul continuă să-și păstreze calitățile sale mecanice ridicate.

În continuare urmează a se efectua studii pe lanțuri de izolatori atît în laborator cît și în exploatare (se intenționează a se echipa cu

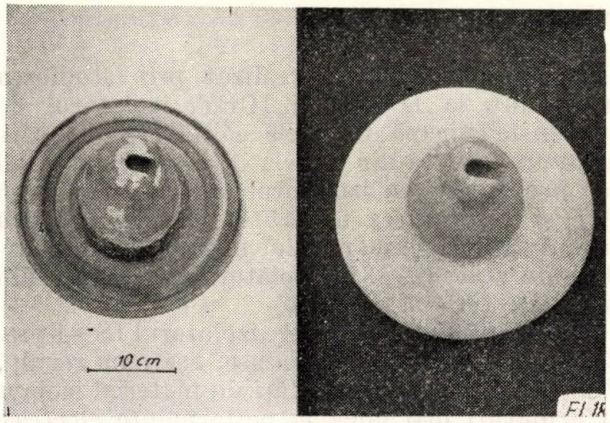


Fig. 10. Compararea gabaritelor izolatorilor IS—1 și IC—4.

izolatori de sticlă o linie de 35 kV în lungime de circa 10 km). Aceste studii vor trebui să

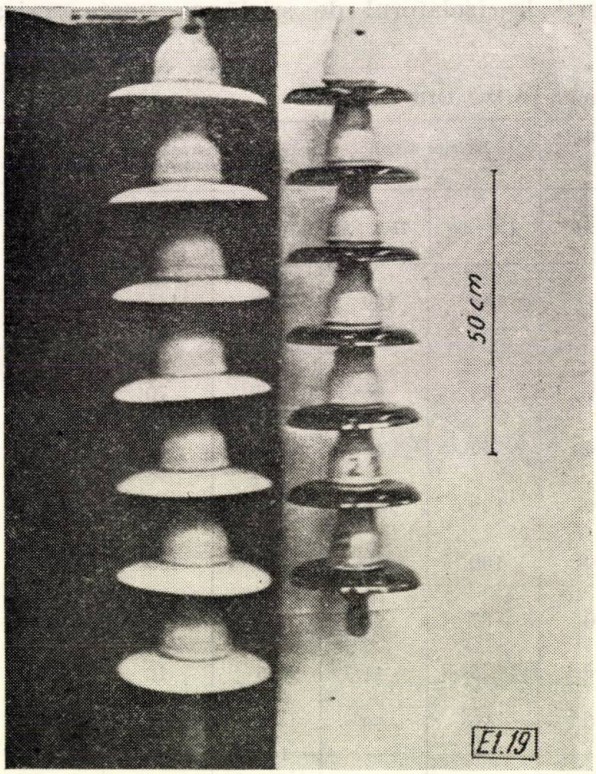


Fig. 11. Compararea gabaritelor lanțurilor de izolatori de 110 kV din porțelan și din sticlă.

confirme, dacă izolatorii de sticlă realizați sînt capabili să înlocuiască pe cei similari din porțelan.

Bibliografie

[1] TENȚULESCU D., GOLDENBERG I., POPESCU CH., TĂNĂSESCU FL. Mase de sticlă pentru izolatoare de înaltă tensiune. Electrotehnica **10** (1962), 5. 168...174.

[2] BUNEEVA, I. L., KOJUKOV, V. K. Primenenie stecla dlia proizvodstva izoliatorov. Moscova, Ed. T.B.T.I., 1958.

[3] HAGG, N. Developpement of glass insulators. Engineering **149** (1940), 449.

[4] HOCKS, K. Kappenisolatoren aus vergüteten Glas. ETZ-B. 13 (1961), 45...54.

[5] REVEREY G. Die dielektrischen Eigenschaften von Hochspannungs Kappen—Isolatoren aus vergüteten Glas. ETZ-A **74** (1953), 7, 197...200.

[6] * * * Catalog Sediver 1960.

[7] NICOLAEV, A. N., ANDRIUHINA, D. T. Svoistva i harakteristiki lineinih podvestnih izoliatorov iz zakalenovo stekla. Elektriceskie Stanții **31**, (1960), 12, 64...70.

[8] HEINZE H. Der Glassisolator. Elektrizitätwirtschaft **55** (1956), 4, 93...97.

[9] NICOLAE, A. N., ANDRIUHINA, D. T. VESELII, A. V., DIACHIVSCHII, I. S. Proizvodstvo lineinîh podvestnîh izoliatorov iz zakalenovo stekla. Vestnik Elektropromișlennosti, 1961, 9, 54...56.

[10] NICOLAEV, A .N., ANDRIUHINA, D. T. Lineinie podvestnîe steklianîe izoliatorî. Elektricestvo, **81** 1960, 2, 41...46.

[11] PROSCOROVSCHI, S. Ia., HAIKIN, M. A. Ob organizații proizvodstva visokovoltnîk izoliatorov. Stekla i Keramika 19 (1962), 4, 37...38.

[12] HEINZE H. Erfahrungen mit Glassisolatoren bei Nieder und Hochspannung. Elektrizitätwirtschaft, **55** (1956), 23, 857...863.

[13] HEINZE, H. Glas als Werkstoff für Starkstromisolatoren, VDI—Fachberichte (1958), 18, 9.

[14] SKOWRONSKI, I. J. Despre necesitatea și posibilitatea de lărgire a producției indigene de izolatori de sticlă. Szklo i Ceramika IV (1953), 3, 74...78. Trad. IDT.

[15] SKOWRONSKI, I. J. Sticla pentru izolatori, Przeglad Elektrotehniczny XXXI 1955, 10/11, 674...675. Trad. IDT.

[16] JOHNSON, F. E. Izolatori de sticlă tratată termic. Metode moderne de fabricație și progrese. Electrical Review 166 (1960), 8 325...327. Trad. IDT.

[17] * * * Testing tougened-glass insulators, Watter Power 1956, 474.

[18] DOWNIE, K. Toughened Glass Insulators. Electrical Review 159 (1956), 106...108.

[19] LISAKOVSKI, I. G. Expluatațiia lineinîh podvesnih izoliatorov iz stekla. Elektriceskie Stanții 31 (1960), 12, 77...79.

[20] BUNEEVA, L., GORSKOVA, L., MATVEEVA, G., CARISMA N., ETVERK R. Opît organizații proizvodstva elektroizoliatorov na zavode Iarvakandi Steklo i Keramika (1959), 9, 16...20.

[21] * * * Izolatori de porțelan pentru linii electrice aeriene. STAS 6272—60.

[22] BRESSON, CH. Appareillage électrique haute tension. Thèorie—Construction—Application. Ed. Dunod, Paris, 1930.

[23] ATTERBERG G., HILTSCHER R. Étude photoélastique des modèles plans des éléments de chaines d'isolateurs de ligne à haute tension. RGE, **68** (1959), 5, 362...368.

[24] GION L. Evolution de la technique des isolateurs en céramique Bull. SBE **75** (1959), 1, 29...39.

[25] ANDRIUHINA, I. D., DEAKIVSKII, S. I., NICOLAEV, N. A. Steklo i Keramika (1960), 6, 26 ... 29.

[26] * * * Projet Recommandation pour la technique des essais à haute tension. CEI Doc. 42 (Bureau Central) 6 Genève, oct. 1960.

[27] * * * Règles de la CEI pour les issolateurs en verre pour lignes aeriennes de tension égale ou supperieure à 1000 V. CEI Publication **87** (1957).
[28] * * * Isolateurs en verre pour tension supperieures ou egales à 1000 V. Règles NFC 66—23, 1959, Paris.
[29] * * * Specifications for Porcelain and Touglened Glass Insulators for Overhead Power lines (3,3 kV and upwards). Londra, British Standard 137, 1960.
[30] HORTOPAN GH. Încercarea la impuls a echipamentului electric. București, IDT, 1958.
[31] * * * L'Électro-verre. Prospect 550, 1956, Paris.
[32] * * * L'Électro-verre. Prospect 561, 1957.
[33] * * * Izolatori de suspensie cu capă. Dimensiuni STAS 3565—59.

Scheme pentru relee direcționale cu generator Hall

David Fränkel — Timișoara *

CZ 621.316.925.451 : 538.632

În literatură se relatează despre aplicarea generatorului Hall în protecția prin relee [3—10]. Una dintre aplicații o constituie releul direcțional de putere [5—9].

Se știe că dacă inducția magnetică B, a cîmpului în care este așezată o plăcuță semiconductoare este proporțională spre exemplu cu tensiunea la bornele consumatorului, $B = K_u u$, iar curentul de comandă din plăcuță, i_c, este proporțional cu sarcina : $i_c = k_i i$, tensiunea Hall este proporțională cu puterea :

$$u_{h0} = cBi_c = Ck_i k_u ui = kui = KUI\{\cos\varphi - \cos(2\omega t - \varphi)\}$$

unde $c = \frac{R_H}{d}$

d — grosimea plăcuței ;

R_H — constanta Hall care la InSb scade puternic cu temperatura.

Puterea de ieșire a unui astfel de generator Hall este suficientă pentru ca aplicînd componența continuă a tensiunii $U_h = KUI\cos\varphi$ — direct unui releu polarizat cu acțiune rapidă, avînd un consum de 10^{-4}—10^{-5} watt — ansamblul să constituie un releu direcțional de putere.

Componenta alternativă a tensiunii Hall trebuie eliminată, deoarece ea poate duce la funcționarea greșită a releului. Filtrele ar mări inerția sistemului de aceea se recurge la o metodă de compensare utilizînd două generatoare Hall.

În cele ce urmează se analizează critic aceste scheme de compensare, la generatoare confecționate din InSb.

Stabilirea schemelor de compensare

Fie inducțiile magnetice și curenții de comandă ale celor două generatoare :

$$B_\nu = B_{m\nu}\sin(\omega t + \alpha_\nu) \quad \text{și} \quad i_\nu = i_{m\nu}\sin(\omega t + \beta_\nu) \qquad (\nu = 1,2)$$

Tensiunea în gol, la bornele celor două generatoare legate în serie :

$$ub_0 = u_{h01} \pm u_{h02} = K_1 UI[\cos(\alpha_1 - \beta_1) - \cos(2\omega t + \alpha_1 + \beta_1)] \pm K_2 UI[\cos(\alpha_2 - \beta_2) - \cos(2\omega t + \alpha_2 + \beta_2)]$$

unde $K_\nu = C_\nu k_{i\nu} k_{u\nu}$ $(\nu = 1,2)$

va avea numai componentă continuă dacă sînt îndeplinite condițiile :

$$K_1 = K_2 \qquad \text{(a)}$$

$$\left.\begin{aligned}\alpha_1 - \beta_1 &= \pm(\alpha_2 - \beta_2)\\ \alpha_1 + \beta_1 &= \pm(\alpha_2 + \beta_2 \pm \pi)\end{aligned}\right\} \qquad \text{(b)}$$

sau

$$\left.\begin{aligned}\alpha_1 - \beta_1 &= \pm(\alpha_2 - \beta_2 \pm \pi)\\ \alpha_1 + \beta_1 &= \pm(\alpha_2 - \beta_2)\end{aligned}\right\} \qquad \text{(c)}$$

Din sistemele (b) și (c) rezultă două grupe de valori pentru unghiurile α și β :

$$\alpha_1 = \pm\left(\alpha_2 \pm \frac{\pi}{2}\right) \qquad \alpha_1 = \pm\left(\beta_2 \pm \frac{\pi}{2}\right)$$
$$\beta_1 = \pm\left(\beta_2 \pm \frac{\pi}{2}\right) \quad (1) \text{ și} \quad \beta_1 = \pm\left(\alpha_2 \pm \frac{\pi}{2}\right) \quad (2)$$

$$\alpha_1 = \pm\left(\alpha_2 \mp \frac{\pi}{2}\right) \qquad \alpha_1 = \pm\left(\beta_2 \mp \frac{\pi}{2}\right)$$
$$\beta_1 = \pm\left(\beta_2 \mp \frac{\pi}{2}\right) \quad (3) \text{ și} \quad \beta_1 = \pm\left(\alpha_2 \mp \frac{\pi}{2}\right) \quad (4)$$

Comun pentru schemele realizate potrivit relațiilor (1) și (3) este faptul că inducțiile magnetice ale celor două generatoare sînt funcție de aceeași mărime, tensiunea de borne a consumatorului de exemplu, iar curenții de comandă depind de sarcina :

$$B_1 = k_{u1}U\,;\quad B_2 = k_{u2}U\,;\quad I_{c1} = k_{i1}I\,;\quad I_{c2} = k_{i2}I$$

sau invers.

* Ing. *D. Fränkel* este conferențiar la IPT.

O astfel de schemă principală și diagrama corespunzătoare e dată în figura 1.

Caracteristic pentru schemele concepute potrivit relațiilor (2) și (4) este că inducțiile magnetice și curenții de comandă ale celor două

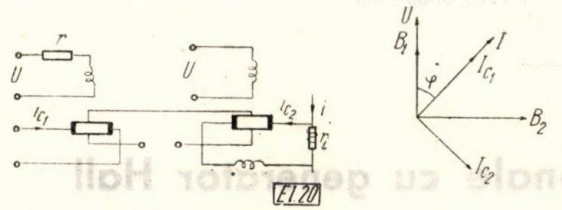


Fig. 1. Schema de compensare cu inducții și curenți depinzînd de aceeași mărime la ambele generatoare și defazaje de același sens.

generatoare nu depind de aceeași mărime. Spre exemplu:

$$B_1 = k_{u1}U \text{ iar } B_2 = k_{i2}I \text{ și } I_{c1} = k_{i1}I$$

$$\text{iar } I_{c2} = k_{u2}U$$

O schemă principală bazată pe relația (2) și diagrama aferentă e dată în figura 2.

Se poate constata ușor că relația (a), satisfăcută pentru valoarea nominală a inducțiilor magnetice și la temperatura normală, rămîne valabilă în regimul de scurtcircuit la care trebuie să lucreze releul numai la primul grup de scheme, bazate pe (1) și (3) nu și la al doilea, realizate potrivit cu (2) și (4), dacă generatoarele sînt confecționate din InSb.

În adevăr, în regim de scurtcircuit tensiunea U scade curentul I crește deci în schema din figura 2 B_2 și I_{1c} se micșorează iar B_1 și I_{2c} se măresc. Presupunînd că, pentru a obține putere la ieșire mare, curenții nominali de comandă au fost aleși admițînd supratemperaturi de cca. 20°C, în regim de scurtcircuit t_1 scade și t_2 crește, diferența lor putînd atinge ușor 20°—30°C. În aceste condiții factorul k_1 poate depăși dublul factorului k_2 deci, amplitudinile celor două componente alternative nefiind egale, compensarea lor nu se mai realizează.

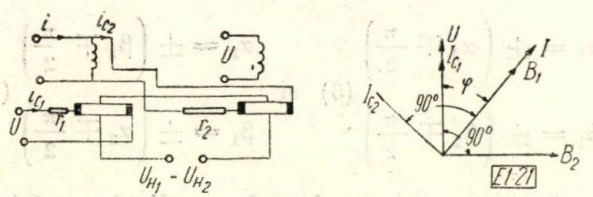


Fig. 2. Schemă de compensare cu inducții și curenți depinzînd de mărimi diferite la cele două generatoare și defazaje de sens opus.

Totodată variația inducției și a temperaturii provoacă o modificare a rezistenței dintre contactele de curent ale celor două generatoare: r_{L1} se micșorează, r_{L2} crește. Dacă valoarea acestora nu este neglijabilă în raport cu rezistențele r_1 și r_2 legate în serie cu ele, curentul de comandă I_{c1}, crește iar I_{c2} scade contracarînd parțial efectul de mai sus. Pentru diferite regimuri posibile în care trebuie să acționeze releul direcțional nu se poate asigura însă ca aceste efecte contrarii să dea o variație neglijabilă a amplitudinilor celor două tensiuni Hall.

Așadar pentru siguranța de funcționare mărită sînt mai avantajoase schemele la care cele două inducții magnetice sînt funcții de o aceeași mărime (tensiune sau curent), adică schemele după relația (1) și (3).

Se mai remarcă faptul că în schemele corespunzătoare relațiile (1) și (2) defazajul dintre cele două mărimi caracteristice din primul și cel de al doilea generator este același: $\pm\frac{\pi}{2}$. Spre exemplu în figura 1, B_1 este defazat cu $\frac{\pi}{2}$ înaintea lui B_2 și i_{c1} este defazat cu $\frac{\pi}{2}$ tot înaintea lui i_{c2}. Dimpotrivă, la schemele concepute potrivit relațiilor (3) și (4) defazajele sînt egale ca valoare cu $\frac{\pi}{2}$, dar sînt de sens opus. Spre exemplu în figura 2 inducția B_1 este defazată în urma curentului i_{c2} cu $\frac{\pi}{2}$ iar curentul i_{c1} este defazat înaintea inducției magnetice B_2 cu $\frac{\pi}{2}$.

Dar defazajul lui B_1 cu $\frac{\pi}{2}$ înaintea lui B_2 în figura 1 se obține făcînd B_1 proporțional cu u iar B_2 proporțional cu $\int u dt$, la fel i_{c1} este proporțional cu i, iar i_{c2} e proporțional cu $\int i dt$. În acest fel factorul $\frac{1}{\omega}$ din integrare intervine atît în k_{i2} cît și în k_{u2}, deci în k_2 intervine $\frac{1}{\omega^2}$ și egalitatea amplitudinilor componentelor alternative ale celor două tensiuni Hall (relația (a) este riguros valabilă numai pentru o anumită frecvență. Schema din figura 2 este lipsită de acest neajuns: B_2 este proporțional cu $\int u dt$ iar i_{c2} cu $\frac{di}{dt}$ deci în k_{u2} intervine factorul $\frac{1}{\omega}$, în k_{i2} factorul ω, și k_2 care conține produsul acestora este independent de frecvență.

Variațiile de frecvență în sistem sînt mici, deci dezavantajul schemelor realizate după (1) și (2) față de cele bazate pe (3) și (4) nu este esențial, compensarea componentei alternative rămînînd satisfăcătoare. Deoarece însă realizarea schemelor după (1) și (2) nu este mai simplă decît a uneia concepută după (3) sau (4), ultimele sînt preferate.

Așadar schema cea mai potrivită pentru protecția direcțională de putere este cea realizată conform relațiilor (3). În principiu o astfel de schemă este dată în figura 3.

Trebuie subliniat că funcționarea greșită a releului poate fi provocată nu numai de componenta alternativă de frecvență dublă a tensiunii Hall, dar și de căderea de tensiune dintre contactele Hall stabilită de curenții de comandă în ca-

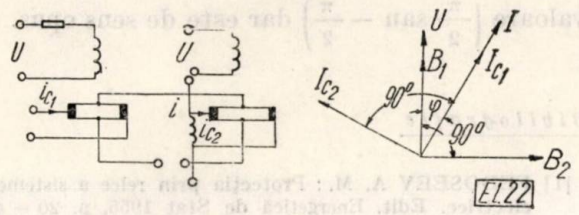


Fig. 3. Schema de compensare cu inducții și curenți depinzînd de aceleași mărimi la ambele generatoare și defazaje de sens opus.

zul neechipotențialității acestor contacte. Compensarea independentă de temperatură și inducție a acestei tensiuni se poate obține [12] dacă în serie cu plăcuța semiconductoare poate fi conectată o rezistență mare în comparație cu rezistența r_L a acestuia. Din acest punct de vedere ar fi mai avantajos ca I_{c1} și I_{c2} să fie proporționali cu tensiunea U. Pe de altă parte însă consumul de putere aparentă pentru producerea inducției magnetice este mult mai mare decît consumul din circuitul de comandă, deci este de dorit ca inducția să fie proporțională cu tensiunea (puterea transformatoarelor de tensiune fiind de regulă mai mare) realizzînd constructiv contacte Hall echipotențiale. De menționat, că pentru a elimina diferența de potențial de frecvență de bază mai este necesar ca circuitele de curent ale celor două plăcuțe semiconductoare să aibă o singură legătură galvanică, aceea prin care ele sînt legate în serie, ceea ce se poate realiza utilizînd transformatoare de măsură intermediare (fig. 4).

Literatura [5, 6, 7, 9] indică două scheme: una potrivit relației (4) alta potrivit relației (1). Analiza critică a acestor scheme [9] nu ține seama de influența variațiilor de temperatură și a frecvenței.

La releele direcționale cu un singur element direcțional de putere se ajunge la concluzia [1] că funcționarea protecției este optimă dacă elementul de comandă are valoarea proporțională cu $\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{4}\right)$ și nu cu $\cos\varphi$. Scheme corespunzătoare pot fi realizate pe baza relațiilor (1), (2), (3), (4) alegînd $\alpha_1 - \beta_1 = \varphi + \frac{\pi}{4}$.

Se ajunge însă la soluții mai simple dacă se pornește de la următoarea relație:

$$u_{h2} - u_{h1} = KUI\,[\cos(\alpha_2 - \beta_2) + \cos(2\omega t + \alpha_2 + \beta_2) - \cos(\alpha_1 - \beta_1) - \cos(2\omega t + \alpha_1 + \beta_1)] = \sqrt{2}\,KUI\cos\left(\varphi + \frac{\pi}{4}\right)$$

ceea ce este echivalent cu respectarea condiției (a) și a următoarelor relații:

$$\alpha_2 - \beta_2 = (\alpha_1 - \beta_1) + \frac{\pi}{4} = \varphi$$

$$\alpha_2 + \beta_2 = \alpha_1 + \beta_1$$

de unde rezultă:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \frac{\pi}{4}$$

$$\beta_2 = \beta_1 - \frac{\pi}{4}$$

Schema corespunzătoare este dată în figura 4.

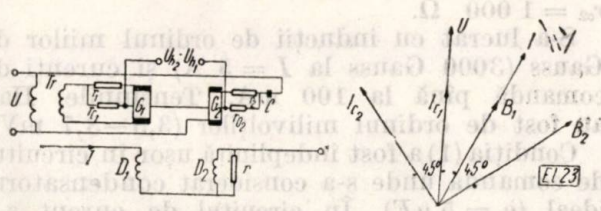
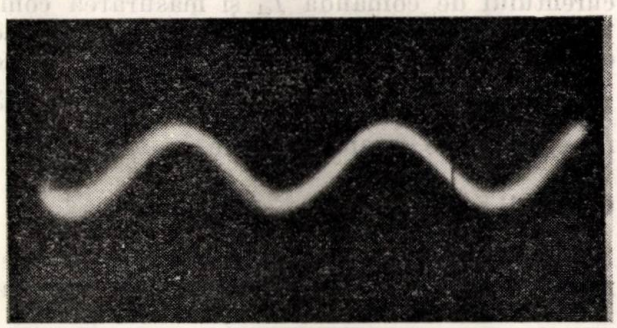
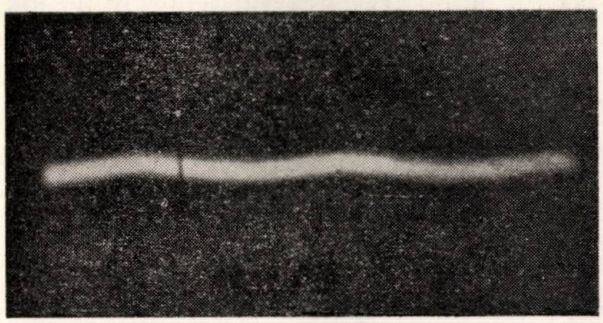


Fig. 4. Schema pentru releul cu un singur element direcțional de putere:
G_1, G_2 – plăcuțele semiconductoare; D_1 D_2 – bobine cu miez de fier; r_1, r_2 – rezistențe de limitare a curenților de comandă; r_{c1}, r_{c2} – rezistențe de compensare a neechipotențialității contactelor Hall; c, r – elemente de defazare; Tr – transformator de separare.

Cu instalația realizată practic s-a obținut o compensare bună (fig. 5).



a)



b)

Fig. 5. Oscilogramele tensiunilor Hall de la schema din figura 4:
a) oscilograma tensiunii u_{h1}; b) oscilograma diferenței de tensiuni $u_{h2} - u_{h1}$.

La schema realizată circuitele magnetice au fost confecționate din permaloy, cu cîte un întrefier de 1 mm și cîte o bobină de 50 spire. Generatoarele Hall au fost realizate din InSb elaborat de Institutul de cercetări metalurgice al Academiei R.P.R., colectivul de semiconductoare avînd respectiv dimensiunile : 3,05 × × 1,58 × 0,3 mm și 2,8 × 1,53 × 0,3 mm, iar constantele $R_{H1} = 372$ cm³ (și $R_{H2} = 351$ cm³). Neechipotențialitatea contactelor Hall la generatorul 1 este mai redusă (0,05 mV la $I_{c1} = 100$ mA) compensarea obținîndu-se cu $r_1 = 18$ Ω și $r_{c1} = 1000$ Ω, și este mai pronunțată la generatorul 2 (0,2 mV la $I_{c2} = 100$ mA) compensarea făcîndu-se cu $r_2 = 95$ Ω și $r_{c2} = 1\,000$ Ω.

S-a lucrat cu inducții de ordinul miilor de Gauss (3000 Gauss la $I = 5$ A) și curenți de comandă pînă la 100 mA. Tensiunile Hall au fost de ordinul milivolților (3,5—3,7 mV).

Condiția (1) a fost îndeplinită ușor în circuitul de comandă unde s-a considerat condensatorul ideal ($c = 5\ \mu F$). În circuitul de curent s-a determinat impedanța ($z = 0{,}2$ Ω) și rezistența ($r' = 0{,}05$ Ω) ale bobinei. Valoarea rezultată din calculul rezistenței r mai trebuia modificată verificîndu-se defazajul prin măsurarea componentei continue a tensiunii Hall la generatorul 2 care, pentru tensiunea u sinfazică cu curentul i trebuia să se anuleze.

Condiția (a), a fost satisfăcută prin reglarea curentului de comandă I_{c1} și măsurarea componentelor continue ale tensiunilor Hall ale celor două generatoare, care la defazajul de $\frac{\pi}{4}$ între tensiunea u și curentul i trebuia să fie egale și de semne contrare.

Concluzii

Din considerațiile critice făcute asupra schemelor de compensare a componentei alternative de frecvență dublă a tensiunii Hall cu două generatoare Hall rezultă că schema cea mai avantajoasă este cea la care curenții de comandă depind la ambele generatoare de aceeași mărime : tensiunea sau curentul, iar defazajul dintre inducții și curenți are aceeași valoare $\left(\frac{\pi}{2}\right.$ sau $\left.-\frac{\pi}{2}\right)$ dar este de sens opus.

Bibliografie

[1] FEDOSEEV A. M. : Protecția prin relee a sistemelor electrice. Edit. Energetică de Stat 1955, p. 20 — 46.

[2] ATABEKOV G. I. : Teoreticeskoe esnovi releinoi zaşciti visocovoltnih setei. Gozenergoizdat 1957.

[3] FABRICANT V. I. : Folosirea semiconductorilor în protecția cu relee. Elektricestvo nr. 7, 1958, p. 41—45.

[4] NAZAROV G. Iu. : Caracteristica de unghi a elementelor direcționale de putere într-o schemă cu sensibilitate de fază. Elektricestvo nr. 9, 1958, p. 24—29.

[5] SIROTKO V. K. : Protecția prin relee pe baza efectului Hall. Elektricestvo nr. 11, 1958, p.69—71.

[6] IVANOV V. I., MIKUȚKII G. V., FABRICANT V. I., FEDOSEEV A. M. : Ustroistva releinoi zaşciti na poluprovodnikovih priborah. Elektriceskie Stanții nr. 7, 1960, p. 59—65.

[7] BOGOMOLOV V. N., SIROTKO V. K. : Relee napravlenia mocinosti na osnove effekta Halla. Fizika tverdovotela T 1 vip. 12, 1959.

[8] SIROTA V. K. : Protecția prin relee pe baza efectului Hall. Vestnik elektro promişlennost nr. 9, 1958, p. 9—14.

[9] DOGORUNTEV V. G. și OVCIARENKO N. E. Nekotoroe voprosi vîpolnenia relee napravlenia mocinosti na osnove effekta Halla. Elektricestvo nr. 9, 1961, p. 57—63.

[10] BARLOW H. E. M., BEAL J. C. : An experimental impedance relay using the Hall effekt in a cemiconductor. Proc. Inst. Electr. Eng. A. Bd. 107, 1960, p. 31.

[11] GIEBESSEN J., KLITZING K. H. v. Hall-Effekt und elektronischer Widerstand von InSb bei starken Magnetfeldern und hohen Drucken. Zeitschrift für Phisik Bd. 145 (1956) p. 151—155.

[12] FRÄNKEL D. : Notă despre o compensare a neechipotențialității contactelor Hall. Electrotehnica 11/1961, p. 407.

Din experienţa U.R.S.S.

Despre avantajele tehnico-economice ale motoarelor sincrone

Dr. ş. t. I. A. Sîromiatnicov – Moscova

după „Electricestvo", 1961, nr. 12, p. 20–27

CZ 621.313.323 : 621.34.003.1

Problemele abordate în prezentul articol, de mare actualitate pentru industria electrotehnică a U.R.S.S., trebuie să intereseze în cel mai înalt grad pe specialiştii şi forurile tehnice competente din industria electrotehnică din ţara noastră.

Din această cauză, redacţia revistei Electrotehnica a considerat necesar să publice in extenso referatul acestui articol.

Redacţia aduce mulţumiri călduroase dr. ş. t. I. A. Sîromiatnicov pentru acordul exprimat în vederea publicării acestui referat.

Articolul scoate în evidenţă avantajele tehnico-economice ale motoarelor sincrone faţă de cele asincrone pe toate gamele de puteri.

Motoarele sincrone sînt considerate ca cele mai perfecte maşini pentru acţionarea unei mari grupe de mecanisme din punctul de vedere al performanţelor energetice, care, în afară de faptul că pot funcţiona ca regulatoare ale factorului de putere în reţele, contribuie în mod efectiv la îmbunătăţirea stabilităţii sistemelor energetice.

Motoarele sincrone pot fi utilizate pentru acţionarea unor mecanisme cu regim îndelungat de funcţionare în diferite domenii ale economiei, ca de exemplu : pompe centrifuge, ventilatoare, mori cu bile, agregate convertizoare, laminoare etc., precum şi pentru acţionări cu sarcini de şoc în locul motoarelor asincrone cu volant şi reductor.

În combinaţie cu cuple hidraulice şi electrice, motoarele sincrone de putere medie şi mare pot fi folosite pentru acţionarea mecanismelor care necesită reglaj de viteză.

Motoarele sincrone, prin intermediul reglajului curentului de excitaţie, controlează puterea reactivă schimbată prin borne cu reţeaua.

Trebuie de remarcat faptul că, la funcţionarea la factor de putere inductiv (sau în regim de excitaţie negativă *), motoarele sincrone pot fi folosite atît pentru reglajul tensiunii în reţele în orele de gol în curbele de sarcină, cît şi pentru anularea efectelor capacitive în linii care funcţionează în gol.

Excitarea şi compoundarea motoarelor sincrone fără maşini excitatoare vor extinde domeniul de utilizare a motoarelor sincrone.

Mari perspective prezintă motoarele sincrone fără contacte alunecătoare (în circuitul de excitaţie). Acestea, neavînd perii, prezintă o construcţie simplificată îndeosebi pentru destinaţii speciale (antideflagrante etc.).

Pentru motoarele sincrone de putere relativ mică fără contacte alunecătoare, cea mai indicată construcţie se consideră aceea cu rotorul în formă de ghiară, înfăşurarea de excitaţie fiind plasată pe stator.

Pentru excitarea motoarelor sincrone de construcţie normală, cu înfăşurarea de excitaţie pe rotor, poate fi aplicat „transformatorul dinamic". În acest scop poate fi folosit un motor asincron cu rotorul bobinat cuplat pe acelaşi ax cu motorul sincron, în circuitul comun fiind inserată o schemă redresoare montată de asemenea pe axul comun.

Reglajul excitaţiei se realizează în funcţie de parametrii statorului, iar la valori reduse ale tensiunii la bornele statorului se asigură forţarea excitaţiei.

Pentru motoarele sincrone care acţionează dispozitive cu sarcini de şoc, posibilitatea de forţare a excitaţiei permite ridicarea capacităţii de suprasarcină a motorului de putere nominală redusă şi de a-i asigura stabilitatea dinamică.

Se arată în continuare că folosirea cuplelor de fricţiune cu discuri sau cu pulbere, în cazul acţionărilor cu condiţii grele de pornire, contribuie la ieftinirea considerabilă a motoarelor sincrone.

Avantajele motoarelor sincrone, ca generatoare cu putere reactivă, în comparaţie cu bateriile de condensatoare, constau în aceea că :

— motoarele sincrone au o durată de viaţă mai mare decît bateriile de condensatoare ;

— asigură reglajul tensiunii ;

— asigură un surplus de putere reactivă în reţea sau sistem, în cazul scăderii tensiunii acestora.

Autorul scoate în evidenţă faptul că, deşi motoarele sincrone prezintă avantaje incontestabile din toate punctele de vedere în raport cu motoarele asincrone, o serie de specialişti continuă să fie adepţii ideilor învechite în ceea ce priveşte folosirea acestora.

Această situaţie, probabil, se explică prin aceea că în trecut folosirea motoarelor sincrone prezenta dificultăţi din punctul de vedere al schemelor complicate de pornire şi protecţie.

Actualmente însă, în marea majoritate a cazurilor, schemele de pornire şi protecţie ale

* Observaţia recenzentului.

motoarelor sincrone sînt foarte simple, practic nu diferă de schemele similare ale motoarelor asincrone.

Se arată că, din cauza subaprecierii motoarelor sincrone, elaborarea unor serii, îndeosebi pînă la 100 kW, a fost tărăgănată.

Numai în ultimul timp filiala VNIIEM de pe lîngă Armelectrozavod a început lucrările pentru elaborarea seriei de motoare sincrone cu excitaţie statică.

Au fost aprobate condiţiile tehnice pentru patru tipuri de maşini: 55 kW la 1 000 şi 1 500 rot/min; 75 şi 100 kW la 1 500 rot/min.

Avantajele folosirii motoarelor sincrone sau asincrone trebuie să rezulte din calcule tehnico-economice. Comparaţia trebuie făcută din punctul de vedere al preţului de cost, pierderilor de energie, cheltuielilor de exploatare.

Economicitatea variantei trebuie apreciată luîndu-se în considerare investiţiile iniţiale şi cheltuielile de exploatare.

Aprecierea economicităţii variantei numai după preţul de cost, cheltuielile de producţie sau după investiţii este incompletă.

Pentru aprecierea comparativă a celor două variante trebuie folosită metoda termenului de recuperare care corelează investiţiile suplimentare cu cheltuielile de exploatare:

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \qquad (1)$$

unde:

K_1, K_2 sînt investiţiile pe cele două variante;
C_1, C_2 — preţul de cost al produselor finite (cheltuielile anuale de producţie, sau cheltuielile de exploatare) pentru cele două variante.

Constanta T (ani) se compară cu constanta normată de recuperare T_n ($T_n = 8$ ani).

Pentru compararea mai multor variante (mai mult de două) este mai comodă formula pierderilor calculate:

$$Z = C + \frac{K}{T_n} = C + p_n K, \qquad (2)$$

unde:

$p_n = \frac{1}{T_n}$ este coeficientul normat de eficacitate ($p_n = 0{,}125$);
Z — pierderile calculate.

Varianta optimă va fi aceea pentru care Z are valoarea mai mică.

La alegerea tipului de motor (sincron sau asincron) este necesar să se compare următoarele variante:

1. Motorul sincron la cos φ unitar şi motorul asincron cu condensatoare a căror putere asigură funcţionarea acestuia la cos φ unitar.

2. Motorul sincron la cos φ unitar şi motorul asincron fără condensatoare, însă energia reactivă este furnizată de alte surse la un preţ mai redus.

3. Motorul sincron cu condensatoare statice la cos φ unitar şi motorul sincron la cos φ subunitar.

Puterea bateriilor de condensatoare trebuie aleasă în aşa fel, încît în cele două variante cos φ să fie egal. Dacă se compară motoarele sincrone cu cos φ subunitar deja fabricate, nu trebuie luată în considerare reducerea preţului de cost, care apare la funcţionarea la cos φ unitar.

Dacă se consideră motoarele sincrone nou proiectate la cos φ unitar, atunci trebuie luată în considerare reducerea preţului de cost al acestora datorită variaţiei puterii reactive debitate de acestea.

Preţul specific pentru 1kVAr debitat de motoarele sau generatoarele sincrone se exprimă:

$$K = \frac{C_n - C}{Q_n} \quad [\text{ruble/kVAr}], \qquad (3)$$

unde:

C_n este costul maşinii (generator sau motor) la cos φ subunitar;
C — costul maşinii la cos φ unitar;
Q_n — puterea reactivă nominală a maşinii.

Formula (3) mai poate fi transformată:

$$K = \frac{DS_n - D_1 S_{n1}}{Q_n}, \qquad (4)$$

de unde, pentru motoarele sincrone:

$$K_m = \frac{D}{\sin \varphi_n}\left(1 - \frac{\eta_n D_1}{\eta_{n1} D} \cos \varphi_n\right), \qquad (5)$$

unde:

η_{n1} este randamentul motorului la cos $\varphi_n = 1$;
D — costul specific (1 kVA) al puterii aparente la cos $\varphi_n < 1$;
D_1 — costul specific (1 kVA) al puterii aparente la cos $\varphi_n = 1$.

Pentru generatoare:

$$K_g = \frac{D}{\sin \varphi_n}\left(1 - \frac{D_1}{D} \cos \varphi_n\right). \qquad (6)$$

Raportul $D_1/D > 1$. Pentru diferite tipuri de motoare acest raport variază la cos $\varphi_n = 0{,}9$, între $1{,}02 \div 1{,}09$. De asemenea, raportul D_1/D poate fi înlocuit cu raportul greutăţilor totale sau specifice.

Dacă se consideră $D_1/D = 1$ (la cos $\varphi_n = 0{,}9$), atunci:

$$K_g = K_m = D\frac{1 - 0{,}9}{0{,}436} = 0{,}23\, D, \qquad (7)$$

iar pentru cos $\varphi_n = 0{,}8$:

$$K_g = K_m = D\frac{1 - 0{,}8}{0{,}6} = 0{,}33\, D. \qquad (8)$$

În tabela 1 se dau valorile coeficientului K_m pentru cîteva tipuri de motoare sincrone.

Tabela 1

P_n, kW	75	250	1 300	3 000	1 500
cos φ_n	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
n, rot/min	1 000	1 000	1 500	3 000	3 000
U_n kV	0,38	0,38	6	6	6
K_m, ruble/kVAr	1,49	0,85	0,485	1,72	0,98

Costul condensatoarelor statice este relativ ridicat. Astfel, dacă se consideră și cheltuielile de montaj, costul este de 8,5 ruble/kVAr la $U_n = 380$ V; 6,5 ruble/kVAr la $U_n = 6$ kV. Deci, din punctul de vedere al investițiilor în surse de energie reactivă, avantajele motoarelor sincrone sînt incontestabile.

Comparînd cele două variante, este necesar să se determine pierderile în motorul sincron la funcționarea acestuia la cos φ unitar. În acest regim, curentul statorului și de excitație au valori minime. Dacă se cunosc pierderile în regim nominal, valoarea acestora la cos φ unitar se determină (neglijînd pierderile în fier):

$$\Sigma\Delta P = \Delta P_{const} + \Delta P_{sn} \cos^2 \varphi_n + \Delta P_{en} k_1^2, \quad (9)$$

unde:

ΔP_{const} sînt pierderile în fier și mecanice;
ΔP_{sn}, ΔP_{en} — pierderile nominale în înfășurările statorului și rotorului;
$k_1 = I_{e1}/I_{en}$ — raportul dintre curentul de excitație la cos φ unitar către curentul de excitație nominal în sarcină.

În tabela 2 se dau valorile coeficientului k_1 în funcție de raportul de scurtcircuit k_{sc} pentru cos $\varphi_n = 0,9$ și 0,8.

Tabela 2

k_{sc}	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
cos $\varphi_n = 0,9$	0,77	0,77	0,79	0,79	0,81
cos $\varphi_n = 0,8$	0,68	0,68	0,69	0,72	0,73

În sarcină activă diferită de cea nominală, k_1 poate fi calculat cu ajutorul formulei:

$$k_1 = \sqrt{\frac{1 + \beta^2 x_d^2 \cos^2 \varphi_n}{1 + x_d^2 + 2 x_d \sin \varphi_n}}, \quad (10)$$

unde:

$$\beta = P_1/P_{1n} = \frac{P_1 \eta_n}{P_n};$$

P_1 — puterea activă absorbită din rețea;
x_d — reactanța sincronă.

Raportul curentului statorului față de curentul nominal:

$$I/I_n = \beta \cos \varphi_n. \quad (11)$$

Variația pierderilor în motorul sincron, în funcție de variația puterii reactive față de valoarea sa nominală, poate fi calculată cu ajutorul formulei:

$$\Delta P_Q = A \frac{Q^2}{Q_n^2} + B \frac{Q}{Q_n}. \quad (12)$$

Dacă $Q = Q_n$, $\Delta P_{Q_n} = A + B$,

astfel încît pierderile totale în motor la cos φ unitar:

$$\Sigma\Delta P = \Sigma\Delta P_n - (A + B). \quad (13)$$

Se subliniază faptul că, în regim de funcționare al motoarelor sincrone la cos φ unitar, temperatura înfășurărilor se micșorează, ceea ce afectează o reducere suplimentară a pierderilor, de aproximativ 10%.

În anexă se dau valorile mărimilor A, B pentru următoarele tipuri de mașini: T—2—6—2, T—2—25—2, T—2—50—2 (turbogeneratoare răcite cu aer), TB—2—30—2, TB—50—2, TB—2—60—2, TB—2—150—2 (turbogeneratoare răcite cu hidrogen); motoare sincrone din seria DC, 380 V, cos $\varphi_n = 0,9$, de puteri 55, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 320 kW la vitezele 1 500, 1 000, 750, 600, 500 rot/min; motoare sincrone din seria ECM excitate prin scheme redresoare, la cos φ_n=0,9, de puteri P_n=55 kW (n =1 500, 1 000 rot/min), P_n= 75 kW la n= 1 500 rot/min, $P_d = 100$ kW la $n = 1\,500$ rot/min; motoare sincrone de tipul DC, 6 kV, 1 500 rot/min la cos $\varphi_n = 0,9$, la $P_n = 400$, 500, 630, 800, 1 000 kW, și motoare sincrone de tipul CTM, 6 kV, 3 000 rot/min, cos $\varphi_n = 0,9$, la P_n = = 750, 1 500, 4 000, 6 000, 12 000 kW.

În anumite cazuri este necesar a se calcula economia care se obține datorită reducerii pierderilor de putere activă în surse și rețea, afectată de micșorarea puterii reactive, datorită instalării motoarelor sincrone sau bateriilor de condensatoare.

Pierderile în rezistențele active ale rețelei se determină cu ajutorul formulei:

$$\Delta P = \frac{r Q^2}{U^2} = \Delta P_c \frac{Q^2}{Q_n^2}, \quad (14)$$

unde:

$$\Delta P_c = \frac{r Q_n^2}{U^2}. \quad (15)$$

Variaţia pierderilor de putere activă (Δp) în maşina sincronă sau reţea, corespunzătoare variaţiei ΔQ a puterii reactive, poate fi determinată din relaţia:

$$\Delta p = \Sigma \Delta P_1 - \Sigma \Delta P_2, \qquad (16)$$

unde:

$\Sigma \Delta P_1$ sînt pierderile în maşina sincronă sau reţea la sarcina reactivă Q;

$\Delta \Sigma P_2$ — pierderile corespunzătoare sarcinii reactive $Q - \Delta Q$.

Dacă variaţia ΔQ este mică:

$$\Delta p = \Delta Q g, \qquad (17)$$

unde:

g este creşterea relativă:

$$g = \frac{2A\,Q}{Q_n^2} + \frac{B}{Q_n}, \qquad (18)$$

pentru maşina sincronă, iar pentru reţea:

$$g = \frac{2rQ}{U^2} = \frac{2\Delta P_c Q}{U^2}. \qquad (19)$$

Pentru condensatoare statice:

$$g = 0{,}003 \div 0{,}005 = \text{const}. \qquad (20)$$

După cum rezultă din formulele de mai sus, creşterile relative la maşina sincronă şi în reţea variază liniar în funcţie de puterea reactivă. Deci reducerea consumului de putere reactivă afectează o reducere mai mare a pierderilor în maşina sincronă şi reţea, la valori mai mari ale sarcinii reactive.

Repartizarea sarcinii reactive între sursele de putere reactivă conectate la reţea trebuie să se facă după criteriul egalităţii creşterilor relative.

În primul rînd trebuie încărcate sursele pentru care creşterile relative sînt mici (valorile creşterilor relative pentru maşinile sincrone sînt date în lucrarea „Despre acţionarea sincronă la laminoare" de Pleskov V. I. şi Magazinik G. G. în Electricestvo, 1960, 10).

Comparaţia economicităţii celor două variante, motorul asincron prevăzut cu baterii de condensatoare şi motorul sincron funcţionînd la cos φ unitar, se poate face luînd în considerare cheltuielile calculate pentru ambele variante:

$$Z_a = K_a (p_n + p_{aa}) + K_c Q_c (p_n + p_{ac}) + \\ + \tau Q_c Z_e \Delta P_a + T Z_e Q_c \Delta P_c, \qquad (21)$$

$$Z_s = K_s (p_n + p_{as}) + \tau Z_e \Delta P_s, \qquad (22)$$

unde:

K_a, K_s reprezintă preţul de cost al motoarelor sincron şi asincron;

p_{aa}, p_{ac}, p_{as} — cotele de amortizare pentru motoarele asincrone, bateriile de condensatoare şi motoarele sincrone;

K_c — costul specific al puterii reactive investit în bateriile de condensatoare (inclusiv cheltuielile de montaj şi ale dispozitivelor de forţare la tensiuni reduse);

τ — timpul de funcţionare în sarcină nominală (ore);

Q_c — puterea reactivă a bateriilor de condensatoare, egală cu puterea reactivă a motorului asincron;

T — numărul de ore de funcţionare a bateriilor de condensatoare.

În continuare se efectuează comparaţia din punct de vedere tehnico-economic între cinci tipuri de motoare asincrone şi sincrone.

În concluzii se subliniază:

1. Motoarele sincrone trebuie să găsească o largă aplicare, în locul motoarelor asincrone.

2. Pentru motoarele sincrone de putere mică trebuie să se renunţe la excitatoare şi să se folosească autoexcitaţia cu scheme redresoare.

3. Chiar pentru motoarele sincrone de putere relativ mică cu excitatoare rotative există domenii mai largi de întrebuinţare (în special la cos $\varphi = 1$) decît pentru motoarele asincrone prevăzute cu baterii de condensatoare.

4. Motoarele sincrone, care funcţionează la cos φ subunitar negativ, sînt cu atît mai avantajoase faţă de motoarele asincrone cu cît numărul de ore de funcţionare este mai mare. Din această cauză, motoarele sincrone trebuie preferate în toate cazurile pentru acţionarea dispozitivelor cu un mare număr de ore de funcţionare.

5. Motoarele sincrone trebuie utilizate pentru reglajul tensiunii în reţea, în care scop trebuie prevăzute cu dispozitive pentru forţarea excitaţiei.

6. Repartizarea puterii reactive între sursele care funcţionează în paralel trebuie să se facă după criteriul egalizării creşterilor relative.

7. Este necesar să se accelereze procesul de elaborare şi producţie în masă a motoarelor sincrone de toate tipurile şi construcţiile, în acelaşi timp a motoarelor sincrone autoexcitate prin scheme redresoare, fără înfăşurare de excitaţie pe rotor şi cu rotorul în formă de ghiară, excitate prin intermediul „transformatorului dinamic" şi schemelor redresoare montate pe rotor.

Cd. ş. t. V. N. Nedeleu
Conferenţiar la I.P.B.

REFERATE

CZ 621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.015.51 :621.317.728

MAITLAND, A. **Influenţa temperaturii anodei asupra tensiunii de străpungere şi caracteristicii de condiţionare a unui eclator în vid.** (Influence of the anode temperatura on the breakdown voltage and conditioning characteristic of a vacuum gap). In : Brit J. appl. Phy 13 (1962) 3, 122—125, 5 fig. 3 tabl. 9 ref.

Pe baza ipotezei că străpungerea între electrozi plani în vid este amorsată de un fascicul divergent de electroni care, emis de catodă, bombardează anoda, se dezvoltă ecuaţii care arată că temperatura de fierbere şi conductibilitatea termică ale materialului anodei joacă un rol important în determinarea tensiunii de străpungere a unui sistem de electrozi şi în comportarea acestuia în cazul scinteierii repetate. Ecuaţiile duc la o valoare de ordinul 10^{-4} A pentru curentul unui fascicul de electroni la străpungere. Pentru anode încălzite pînă la 800°C ecuaţiile arată coincidenţe pînă la 30% cu experienţe efectuate în 1958. Se prezintă rezultate ale studiului tensiunii de străpungere şi condiţionării, anoda fiind răcită cu azot lichid. Coincidenţa între teorie şi experienţă variază de la 4 la 1.

A. S.

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.1.043.3 : 534.154

ŢEHAUSKI, K. P. ŞI ŢIRKIN, I. Z. **Aparatură pentru echilibrarea dinamică a rotoarelor şi cercetarea vibraţiei agregatelor.** (Aparatura dlia dinamiceskoi balansirovki rotorov i vibraţianih isledovanii agregatov). In : Electriceskie stanţii, **32** (1961), 9, 51—55, 7 fig.

Se descrie un aparat construit la un institut de cercetări ştiinţifice pentru tehnologie şi construcţie de maşini din Uniunea Sovietică, realizat pentru echilibrarea dinamică a rotoarelor. Măsura amplitudinii vibraţiilor se realizează cu ajutorul unor detectoare de inducţie, iar faza, printr-o metodă stroboscopică. Aparatul permite, de asemenea, măsura frecvenţei de vibraţie şi este prevăzut cu borne pentru corectarea oscilografului catodic în cazul în care interesează forma oscilaţiei. Schema bloc se descrie amănunţit, indicîndu-se şi caracteristicile principale ale aparaturii. Astfel, gama frecvenţelor de lucru este cuprinsă între 10—150 kHz, iar a amplitudinii, de la 2—400 μ. Eroarea de măsură în fiecare gamă de măsură nu depăşeşte ± 5%, cu filtrele scoase. Eroarea admisibilă a decalajului fazei la măsura amplitudinii vibraţiilor de la 20—400 μ nu depăşeşte ±3%. De asemenea influenţa temperaturii este neînsemnată, întrucît schimbarea temperaturii mediului înconjurător detectorului de la 10—70°C nu influenţează indicaţiile aparatului. Datele de exploatare (circa patru ani) indică o mare siguranţă şi precizie în lucru.

În afară de echilibrarea rotoarelor, aparatura permite controlul stării de vibraţie a întregului agregat în regimuri variabile şi ridicarea caracteristicilor de amplitudine şi frecvenţă ale lagărelor şi fundaţiei.

FL. T.

CZ 621.313.322—81.045.52

MANEVICI, R. M. **Depistarea scurtcircuitelor între spire la înfăşurările rotoarelor în rotaţie ale turbogeneratoarelor** (Obnarujenie vitkovih zamîkamii v obmsteah vrasciaiuşciihsia rotorov turbogheneratorov). În : Electriceskie stanţii, **32** (1961), 11, 53—56.

Izolaţia spirelor înfăşurărilor rotorice trebuie făcută atît pe maşini în repaos, cît şi în mişcare, deoarece uneori scurtcircuitul spirelor apare numai într-o anumită gamă a vitezelor rotorului.

Principiul de funcţionare a aparatului constă în compararea pe ecranul unui tub catodic a două impulsuri de tensiune, care arată modificarea potenţialului începutului înfăşurării faţă de rotor, la alimentarea cu tensiuni de impuls a ambelor capete ale înfăşurării. Schema bloc a instalaţiei este descrisă pe larg, indicîndu-se modul de funcţionare a acesteia. Astfel, dacă în înfăşurare nu există scurtcircuite între spire sau punere la masă, atunci curbele de impuls vor fi identice şi se vor contopi ; dacă într-o singură bobină există scurtcircuite, atunci impulsurile, reflectîndu-se de la locul de scurtcircuitare, vor deforma curbele.

Deformarea acestora, datorită distanţelor diferite pe care impulsurile le parcurg, se vor deosebi ca mărime şi vor fi decalate după lungimea înfăşurării. Oscilogramele ridicate permit determinări ale numărului bobinei cu punere la masă sau scurtcircuite între spire, identificîndu-se cu siguraţă chiar scurtcircuite de două şi trei spire. Aparatul nu permite însă o determinare a locurilor slabe din izolaţie. Oscilogramele ridicate direct de pe ecranul oscilografului, cu ajutorul unui dispozitiv fotografic, se compară cu oscilograme etalonate pentru înfăşurări intacte sau cu defecte.

Exploatarea experimentală de circa 1/2 oră a dovedit exactitatea şi rapiditatea în funcţionare a aparatului, ca şi depistarea precisă a izolaţiei defectate.

FL. T.

CZ 621.313.33.045.59

F. C. WILLIAMS, E. R. LAITHWAITER, J. F. EASTHAM, L. S. PIGGOTT. **Motorul logaritmic — un motor de inducţie cilindric, fără perii, cu viteză variabilă** (The logomotor — a cylindrical brushless variabile — speed induction motor) În : Proc. Instr. electr. Engrs. A **108** (1961), 38, 81—99, 15 fig.

La motorul de inducţie clasic, viteza sincronă este, la suprafaţa rotorului, funcţie de diferenţa de fază între curenţii din două crestături alăturate şi pasul acelor crestături. Viteza sincronă poate fi mărită prin schimbarea fazei curentului în fiecare crestătură progresiv astfel încît să se întindă polul în mod efectiv. În articol se descrie un montaj cu transformator polifazat care poate da un astfel de sistem de „întindere a polilor" pentru a fi folosit în statorul unui motor cu rotor în scurtcircuit. Transformatorul este similar unui transformator regulator de fază clasic, cu diferenţa că pasul fiecărei bobine a primarului este proporţional cu logaritmul distanţei acelei bobine de la punctul fix al sistemului. Primarul şi secundarul transformatorului sînt ca scările C şi D ale riglei de calcul ; o deplasare a primarului faţă de secundar rezultă într-o variaţie de fază între bobine secundare alăturate. Bobinajul secundar este conectat la bobinajul statoric al motorului în aşa fel încît să se obţină în acesta un cîmp învîrtitor constant, a cărui viteză este reglată prin poziţia primarului transformatorului.

Primul prototip a arătat că principiul poate fi aplicat cu succes la reglarea vitezei unui motor de inducţie, dacă acesta are în bobinajul său statoric o întrerupere care permite ca fluxul prin fiecare dinte al rotorului să fie aproape distrus odată la fiecare rotaţie. Pentru a avea un randament acceptabil motorul trebuie să aibă un număr de poli cît mai mare. Se pot obţine variaţii de viteză de la 200—800 rot/min. Prima maşină experimentală a avut un randament slab, în special pentru că gama de viteze aleasă a fost prea înaltă, din care cauză paşii polari în primarul transformatorului au fost prea mici şi deci curentul de magnetizare prea mare.

H. A.

CZ 621.313.333 :66

Motoare asincrone în industria chimică, după Sottler şi Rentsch. In : ETZ—B, **13** (1961), 12, 339—342.

În industria chimică este indicat a se utiliza motorul asincron cu rotorul în scurtcircuit, în execuţie capsulată şi cu protecţie mărită contra exploziilor. Se enumeră condiţiile

pe care trebuie să le îndeplinească „motorul pentru chimie" din punct de vedere al temperaturii, regimului (permanent) de lucru, exploziei, coroziunii etc. În baza recomandărilor IEC s-au normalizat aceste motoare atît ca putere cît și din punct de vedere al dimensionării lor. La puteri mai mari aripioarele de răcire au fost perforate iar circulația de aer, care trece prin aceste goluri, a făcut posibilă realizarea de motoare pînă la 1 800 kW reușindu-se în același timp reducerea zgomotului (produs de circulația aerului de răcire) sub limita admisă. Avîndu-se în vedere avantajele motoarelor asincrone (exploatarea și reparațiile) s-au construit astfel de motoare pentru turbo-compresoare pînă la 4 000 kW la 6 kV, cu răcire de apă, protejate contra exploziilor. Se descriu construcția și controlul automat al acestor motoare (temperatura bobinajului, aerului de răcire etc.). Se descriu motoare cu inele colectoare pentru turații mici, reglabile, avînd răcire cu azot, cu scopul de a localiza arderea izolației la locul străpungerii produse. Deoarece exploatarea în industriile chimice include adesea o comutare de rețea și cum în cazuri de deranjamente în rețea, anumite motoare nu pot fi oprite, se prevede în astfel de cazuri o rețea auxiliară independentă. Se arată suprasolicitările (capetele bobinelor, torsiunea axului și fundamentul) care apar în momentul comutării pe rețeaua ajutătoare cît și mijloacele (releu de sincronizare a celor două rețele) pentru a reduce la un minim aceste solicitări.

GH. C.

CZ 621.313.333.017

K. KARSAI, I. RAJKI. **Măsurarea repartiției temperaturii la motoarele asincrone** (Zárt aszinkron motor hómérseklet — elosztasanak mérése. In: Elektrotechnika **54** (1961), 5, 233—236; 6 fig. 1 tab.

Este de mare importanță să se cunoască repartiția temperaturilor în interiorul mașinilor. Autorii articolului de față au măsurat temperatura în 25 puncte ale statorului unui motor de 7 kW. Ei au arătat de asemenea modificarea acestor temperaturi în urma execuției anumitor schimbări în circulația aerului. Rezultatele expuse sînt însoțite de cîteva comentarii.

A. H.

CZ 621.313.33.076.41

F. C. WILLIAMS., E. R. LAITHWAITER, J. F. EASTHAM, W. FARRER. **Motor de inducție, fără perii, cu viteză variabilă, folosind reglaj prin defazare** (Brushless variable — speed induction motors using phase shift control) În: Proc. Inst. electr. Engrs. A **108** (1961), 38, 100 — 107, 17, fig.

Se descrie o metodă de „întindere a polului" la mașini de inducție la care o parte din bobinajul statoric este alimentat direct de la rețea și cealaltă parte este alimentată printr-un transformator defazor. Variația unghiului de defazare dă posibilitatea unui reglaj continuu al vitezei. Se descrie o mașină experimentală, ale cărei performanțe arată că reglajul de viteză se poate face cu randament constant pe o gamă de viteze de 1,5 :1. Gama este limitată de necesitatea ca statorul să aibă o întrerupere. Ca la toate mașinile cu „stator scurtat", randamentul nu poate să depășească valoarea $n/(n+1)$, în care n este numărul polilor în porțiunea activă a statorului. Puterea debitată nu poate depăși de n ori pierderile în cuprul rotorului. Mașinile cu $n < 4$ nu ar fi economice.

Mașini de acest tip pot fi proiectate pentru a avea un anumit număr de viteze sincrone discrete; în acest caz transformatorul defazor nu mai este necesar și schimbarea de viteză se face numai cu un comutator exterior mașinii.

Mașina descrisă, deși bazată pe ideea de „întindere a polului" este diferită de mașina denumită „motor logaritmic".

H. A.

CZ 621.313.333.045.53 :621.32

LILL J. F. **Bobinarea statoarelor** (Bobinage des stators). În: La machine moderne **55** (1961), nr. 622 (ianuarie), p. 15—20.

Mecanizarea bobinării statoarelor prin prefabricarea bobinelor și așezarea lor ulterioară pe tolele statorului, nu mai mulțumește pe fabricanții de mașini electrice. Se construiesc și se folosesc acum mașini care execută bobinajul statorului direct în pachetul de tole. Concepția acestor mașini este îngreunată de faptul că forma și numărul bobinelor sînt variate, că fiecare bobină poate avea un număr de spire variind de la unități la sute și că firul folosit poate să aibă secțiuni foarte diferite și să difere ca material, atît conductorul cît și izolantul. Mașinile de bobinat direct în crestăturile statorului sînt de două tipuri:

— Mașinile cu ace, prevăzute cu ace tubulare prin care trece firul și care-l călăuzesc și-l întind în crestăturile statorului. Aceste mașini au viteze pînă la 1000 cicluri pe minut de fiecare cap bobinator. Se arată exemplul unei mașini care bobinează pînă la 200 statoare cu 4 poli pe oră. Mașinile cu ace pot bobina mai mulți poli simultan sau succesiv; în ultimul caz legăturile fiind executate odată cu bobinarea, deoarece toți polii sînt bobinați cu același fir, în continuare.

— Mașinile cu lanț în special concepute pentru bobinarea statoarelor trifazate, cu mulți poli și eventual cu bobine concentrice. La această mașină bobinele se execută numai succesiv.

Articolul comportă 15 figuri și fotografii care explică, mai bine decît textul, această interesantă mecanizare.

H. A.

CZ 621.315.1 *Linii de transmisie*

CZ 621. 315.175

IZRALIEV, R. A. și NIKIFOROF, E. P. **Semnalizarea apariției chiciurii pe conductoarele liniilor de transmitere a energiei** (Signalizația paiavlenia gololeda na probodah linii electroperedaci). În: Energhetik **9** (1961), 9, p. 6—9.

Aprecierea „după ochi" a greutății chiciurii depuse pe conductoare în inspecțiile zilnice poate duce atît la erori însemnate, cît și la un consum important de ore de lucru.

Se prezintă o metodă de control al depunerilor de chiciură, de la distanță, semnalul fiind trimis la stație sau punctul de montaj de un traductor care acționează la fiecare schimbare de greutate. Ca traductor se folosește un dinamometru cu resort sau construcții speciale cu mai multe resorturi; de asemenea, este prevăzut cu contacte care, la apariția chiciurii, se închid și fac să funcționeze un contact de semnalizare. Traductorul realizat de Institutul de energetică din U.R.S.S. (BNIIE) poate lucra în bune condiții într-o gamă de sarcini de la 100—1 350 kg, și se folosește pe linii de 35—220 kV.

În privința schemei de semnalizare, se descrie o schemă care lucrează la frecvențe înalte și care constă dintr-un emițător de putere (1 W) și un receptor. Emițătorul poate transmite semnalul în bune condiții pe liniile de 35—220 kV, pînă la distanțe de 100 km. Emițătorul, plasat pe același stîlp cu detectorul, este alimentat de la o baterie de 10—12 V și cu curent de 200 mA. Semnalul transmis pe linie are o frecvență de 60 kHz modulat pe o frecvență de ton de 500 sau 600 Hz. Modul de funcționare a instalației, ca și schema bloc, se descrie pe larg.

Utilizarea instalațiilor de detectare a apariției chiciurii permite o proiectare corectă a liniilor (coeficienți de siguranță mai mici), costul liniilor scăzînd cu 15—20%.

Fl. T.

CZ 621.315.14 : 621.315.52 :621.315.53

DEMEL, W. **Alegerea construcției conductoarelor din oțel-aluminiu.** În: Przeglad Elektrotechniczny, **37** (1961), nr. 3, mart p. 105—109.

Necesitatea folosirii unor secțiuni de conductoare din ce în ce mai mari, dictată de considerente energetice, a dus la soluționarea construcțiilor de conductoare cu valoarea mărită a raportului aluminiu-oțel. Construcțiile cu raportul Al:OL>4:1 manifestă o serie de avantaje: reducerea pierderilor de energie activă, mărirea capacității de transport a liniei și micșorarea greutății unitare a conductorului.

Totodată, prețul conductorului cu o pondere mai mare a aluminiului, dar cu aceeași secțiune totală, nu este practic mai mare datorită raportului prețurilor și a greutății specifice a materialelor.

Criteriile principale din punct de vedere mecanic pentru alegerea construcţiei conductoarelor sînt: tensiunile mecanice în conductor la chiciura normală şi catastrofală la temperatura de −5°C, precum şi tensiunile mecanice la temperatura de cca. + 10°C, adică tensiunile zilnice, care determină condiţiile de periclitare a conductorului, cauzate de vibraţii mecanice.

În conductorul suspendat apar tensiuni mecanice suplimentare cauzate de valorile diferite ale coeficienţilor de dilatare termică a aluminiului şi a oţelului, ceea ce trebuie luat în seamă la proiectarea liniei. În afară de aceasta, mai intervine şi fluajul aluminiului, care durează circa 2 ani după instalarea conductorului, contribuind în acest timp la reducerea pericolului de vibraţii. Mărirea participării aluminiului în secţiunea conductorului favorizează condiţiile de protecţie împotriva efectului corona, limitîndu-se astfel necesitatea folosirii conductoarelor fasciculare la liniile cu tensiuni foarte înalte.

A. B.

CZ 621.315.6 *Izolanţi*

CZ 621.315.616.9.

W. BROY COSWIG. **Folii din PVC-SP, însuşiri şi domenii de utilizare ale unui nou material** (Weich-PVC-SP-Folien, Eigenschaften und Anwendungsgebiete eines neuen Werkstoffs). In: Elektri 14, nr. 10, oct. 1961, p. 315–316, 6 fig.

Datorită rezistenţei lor faţă de îmbătrînire, ozon, ulei, lichide combustibile şi acizi, polimerizatele clorurii de vinil sînt utilizate într-o măsură tot mai mare în diferitele ramuri ale industriei. Materialele din PVC s-a constatat însă că sînt mai puţin rezistente pe măsură ce creşte conţinutul plastifiantului. De asemenea s-a constatat că însuşirile dielectrice ale PVC-ului plastic variază cu temperatura, ele fiind inferioare la temperaturi mai înalte. De însuşirile PVC-ului în funcţie de plastifiant s-au ocupat Davies, Miller, Busse în referatul lor (Weimar 1961). Prin realizarea produsului PVC-SP electrotehnica a obţinut un izolant superior, care întrece în puritate polimerizatele existente ale clorurii de vinil. Industria chimică din R.D.G. este actualmente în măsură să execute folii dure sau plastice, acestea din urmă putînd avea grosimi de la 100–600 μm cu însuşirile indicate într-o tabelă detaliată. Sînt date apoi cîteva amănunte privind fabricaţia PVC-SP, plastifianţii utilizaţi şi indicaţiile tabelei de mai sus, cît şi cîteva curbe arătînd sarcinile de rupere şi alungirile în funcţie de grosimea foliilor. Alte două diagrame ne dau o imagine despre posibilitatea de pătrundere a aburilor de apă prin foliile de PVC-SP în funcţie de grosimea acestora şi de durata experienţei. O ultimă curbă ne arată rezistenţa specifică de trecere în cm în funcţie de diferitele grosimi ale acestor folii.

GH. C.

CZ 621.315.616.9

E. K. DOBRER: **Relaţia între proprietăţile dielectrice ale izolaţiei epoxidice şi felul materialului de umplutură.** Plasticeskie massî, nr. 3, 1962, p. 32–37.

1. Caracteristicile dielectrice (ε', tg. δ, ρ_v) ale izolaţiei din epoxizi depind în mare măsură de felul materialului de umplutură şi compoziţia sa chimică. Cele mai bune însuşiri dielectrice — tg $\delta = f(T)$ şi $\rho_v = f(T)$ — le are izolaţia epoxidică la care se foloseşte cuarţul în formă de praf, care se purifică prin calcinare. Caracteristici apropiate le are izolaţia epoxidică, preparată din compoundul format din marşalită şi alumina calcinate. Izolaţia epoxidică, confecţionată din compounduri cu cuarţul în praf necalcinat, marşalită şi praf de porţelan are caracteristici dielectrice mult mai slabe. Introducerea diverselor materiale de umplutură (titanat de bariu, bioxid de titan ş. a) permite confecţionarea dielectricilor pe bază de răşini epoxidice, caracteristice printr-o permitivitate dielectrică mărită. Însuşirile de absorbţie pentru apă depind de felul materialului de umplutură. Gradul de absorbţie cel mai ridicat îl are izolaţia epoxidică preparată cu caolin. Structura izolaţiei epoxidice depinde în mare măsură de gradul de dispersie şi configuraţia particulelor materialului de umplutură.

Autorul relevă necesitatea de a elabora condiţii tehnice speciale sau GOST pentru materialul de umplutură folosit la prepararea izolaţiei epoxidice, în care trebuie condiţionată cantitatea admisibilă de materiale de umplutură, în special fier bivalent, precum şi configuraţia particulelor.

I. T.

CZ 621.315.624.4:621.315.612.6

I. A. IACOBSON. **Exploatarea izolatoarelor de linie de sticlă (Exploataţia steklianih izoliatorov.** În Elektriceskie Stanţii, **32** (1961), 10, p. 65–66.

Folosirea tot mai largă a izolatoarelor de sticlă călită pe liniile de înaltă tensiune din străinătate se datoreşte faptului că proprietăţile lor electromecanice au fost verificate cu rezultate bune în exploatare perioade lungi de timp, montarea lor deci pe linii de 500 kV nepunînd probleme speciale.

Se prezintă rezultatele de exploatare obţinute atît asupra unor izolatoare realizate din sticlă alcalină, cît şi nealcalină. Astfel se arată că, dintre izolatoarele de tip PS–4,5 montate pe liniile de 110 şi 220 kV (1 680 şi respectiv 5 500), doar 19 bucăţi s-au deteriorat la 110 kV, restul avariilor fiind în limita valorilor de exploatare. Nu au fost semnalate diferenţe în modul de funcţionare a izolatoarelor de sticlă faţă de cele de porţelan. De asemenea, rezultate bune s-au obţinut chiar în cazul montării izolatoarelor de sticlă cu alcalii sau fără, pe linii de curent continuu.

În ceea ce priveşte comportarea izolatoarelor speciale tip PSG–4,5 pentru zone cu impurităţi, se arată că acestea au funcţionat în bune condiţii în zonele cu impurităţi intense, ca şi în regiunile cu ploi şi furtuni frecvente.

În concluzie se remarcă dezvoltarea rapidă a producţiei de izolatoare de sticlă, îmbunătăţirea produselor şi scăderea preţului de cost.

Fl. T.

CZ 621.316 *Reţele electrice*

CZ. 621.316.1:519.2

Z. WISNIEWSKI. **Folosirea metodei de statică matematică la calculul reţelelor electroenergetice.** In: Energetyka, R.P.P., 15, (1961), nr. 3 (mar.), p. 81–85.

Calculul de proiectare al reţelelor electroenergetice poate fi simplificat mult prin aplicarea metodei staticei matematice deoarece prin simplificarea premiselor şi reducerea numărului de parametri de calcul se simplifică operaţiile de calcul şi se măreşte limpezimea calculului, putîndu-se urmări mai lesnicios influenţele directe ale parametrilor principali.

Una dintre posibilităţile de aplicare a metodei constă în folosirea pentru calcule a repartizării statice, în special la calculele tehnico-economice, alegîndu-se dintre toţi parametrii coinfluenţi numai un număr redus de aşa-zise elemente reprezentative. Ca urmare a acestei simplificări indicii globali sînt împovăraţi cu oarecare eroare, cu atît însă mai mică, cu cît este mai mare numărul de clase de repartizare. Metoda se pretează în special pentru proiectarea reţelelor de distribuţie de joasă tensiune din oraşe, la care indicatorii tehnici şi economici ai liniilor (sarcinile, secţiunea conductorilor, căderea de tensiune, pierderile de energie etc.), constituie o funcţie directă a lungimii liniei. În acest caz calculul se bazează pe stabilirea repartizării cantităţilor numerice şi frecvenţei datelor statistice în raport cu lungimea liniei. Se dau cîteva exemple de calcul cu ajutorul repartizărilor teoretice (pe baza legilor posibilităţilor) şi experimentale (din exploatarea instalaţiilor).

A. B.

CZ 621.316.5 *Intreruptoare*

CZ. 621.316.57.064.34

P. V. KOZNEŢOV. **Mărirea puterii de deconectare limită a întreruptoarelor de tip MKP–160** (Uvelicenie predelino atklincesemoi mascinosti siclinciatelia tipa MKP-160). În: Elektriceskie stanţii **32** (1961), 11, 56–60, 4 fig., 2 tab., 3 ref.

După ce se prezintă cîteva condiţii privitoare la funcţionarea aparatului, se descrie o nouă construcţie de cameră

de stingere cu caracteristici superioare tipurilor anterioare şi care permite o răcire şi deionizare optimă.

Astfel, puterea limită de deconectare a întreruptorului MKP-160 de 110 kV se poate ridica la 4 000 MVA (curent de deconectare 21 kA) prin noua cameră de stingere a cărei construcţie şi funcţionare sînt descrise pe larg. Rezultatele încercărilor, executate conform ciclului, arată că timpul de deconectare a scurtcircuitului este încă mare, (0,08—0,1 s), valoare explicată prin inerţia mecanismului. De asemenea, pentru studiul comportării la deconectarea curenţilor mici inductivi (600-1 000 A) s-au făcut experimentări care au arătat o rupere satisfăcătoare a arcului în 0,1—0,2, iar coroziunea contactelor, neînsemnată. După 5—6 deconectări, uleiul din întreruptor s-a închis la culoare datorită arderii arcului. Pentru verificarea comportării întreruptorului la curenţi capacitivi s-au făcut încercări de deconectare de curenţi de scurt circuit trifazat, pe o linie de 154 kV în lungime de 175 kV. Întreruptorul a funcţionat în acest regim în condiţii bune.

În încheiere, se arată că modificarea constructivă propusă pentru camera de stingere oferă caracteristici tehnice ridicate, fără a conduce la o schimbare substanţială a preţului de cost al întreruptorului.

Fl. T.

CZ 621.316.57.(42)

TABB, R.P.E., NEWMAN S. E. **Noi tendinţe în evoluţia aparatajului de conectare din centralele electrice britanice** (Switchgear Trends in British Power Stations). In: Electr. Tms., **141** (1962), 25 (iunie) 971 — 976, 9 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

Creşterea puterii instalate a centralelor electrice şi a grupurilor electrogene instalate începînd din 1948 a necesitat un studiu amănunţit al sistemului de distribuţie pentru serviciile interne ale centralelor. Pentru comanda serviciilor interne ale centralelor de 3,3 kV şi de 415 V s-a folosit, în ultimii zece ani, aproape numai aparataj electric în aer, dar pentru sistemele de 6,6 kV s-a instalat mult aparataj în ulei. Pentru centralele cele mai moderne în care se cere o tensiune de distribuţie principală de 11 kV, fără îndoială că aparatajul în aer se va impune. Pentru sistemul de transport primar de 400 kV, toate disjunctoarele vor fi cu aer comprimat de 35 000 MVA.

A. S.

CZ 621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.311 : 541.153.2

P. P. PIROŢKII şI N. N. SVETOV. **Aparat pentru măsurarea curenţilor continui în vinele de electrolit** (Pribor dlia izmerenia pastaianîhtokov v struiah elektrolitov). In: Izmeritelnaia Tehnica **12**, 1961, 43—45, 4 ref. bibl.

În instalaţiile de electroliză este necesar de multe ori să se poată măsura curenţii de scurgere a vinelor de electrolit. Autorii au realizat un aparat sub forma unui amplificator magnetic simplu capabil să măsoare curenţii continui mici ce trec prin vine.

Miezul realizat din permaloi şi executat în formă de inel, este prevăzut cu o înfăşurare de curent alternativ, iar vîna de lichid poate trece liber prin fereastra miezului. Astfel, vîna de lichid devine pentru miez o înfăşurare de curent continuu (înfăşurare de comandă cu număr de spire $W = 1$). Prin aceasta, miezul se magnetizează în acelaşi timp atît de la curentul cotinuu I, cît şi de la cel alternativ I_2 care trece prin înfăşurarea bobinată pe miez şi alimentată în curent alternativ de la un transformator la tensiunea de 220 V. Miliampermetrul dispus în circuit măsoară valoarea medie a curentului I_2, scala aparatului gradîndu-se experimental după valorile intensităţii I_1.

Se descrie schema folosită, indicîndu-se o serie de date de proiectare pentru miez, bobină, instalaţia de redresare. Ca performanţe se arată că variaţia tensiunii alternative cu ±10% schimbă indicaţiile aparatului cu maximum 2,5% de asemenea, variaţia frecvenţei cu 0,5% nu influenţează indicaţiile aparatului. Creşterea temperaturii pînă la 35°C nu schimbă indicaţiile aparatului cu mai mult de 2,5%.

Aparatul este destinat pentru controlul operativ al curenţilor de scurgere la băile de electroliză, ca şi pentru măsura altor curenţi mici.

Fl. T.

CZ 621.317.32.015.33

S. S. HUBLI, D. J. BARKAS. **Un nou voltmetru de vîrf pentru impulsuri** (A new impulse peak voltmeter). In: J. Sci. Instrum. **39**, (1962), 7 (iul), 357—359, 3 fig., 6 ref. bibl.

Se descrie un instrument simplu pentru măsurarea amplitudinilor maxime ale impulsurilor de tensiune pînă la 250 V cu o precizie pînă la ± 3%. Răspunsul instrumentului este suficient de rapid pentru a citi amplitudinea unei unde de impuls 0,5/10 μs şi rămîne acelaşi pentru impulsuri de durată mai lungă. Acest răspuns favorabil a fost obţinut încărcînd un condensator printr-un tiratron şi măsurînd tensiunea la bornele lui printr-un voltmetru cu triodă inversat. Constanta de timp de descărcare a instrumentului este 5 000 s, aşa că citirea se poate face comod. Instrumentul poate fi utilizat pentru măsurarea amplitudinii impulsurilor repetate, precum şi tensiunilor de frecvenţă industrială. Aparatul a fost proiectat pentru încercarea izolaţiilor cu supratensiuni tranzitorii.

A. S.

CZ 621.317.42

R. I. IANUS. **Metodă şi aparatură pentru controlul nedestructiv al oţelului electrotehnic.** (Metodika i aparatura dlia nepodvrejdainscevo kontrolia elektrotehniceska stali) In: Izmeritelnaia tehnika, **12**, 1961, 37—40, 3 fig., 9 ref. bibl.

După ce se arată neajunsul metodelor folosite pînă în prezent la determinarea inducţiei, se descrie o nouă metodă pentru măsurarea acesteia în curent alternativ, aplicată fie la foi fie la rulouri, cu posibilitatea de determinare precisă şi a secţiunii.

Proba de măsurat se introduce într-un solenoid pe carcasa căruia sînt dispuse două înfăşurări identice de măsură W_1 şi W_2, dispuse în mod egal pe 1/3 din partea centrală a carcasei. Înfăşurarea de magnetizare W_h este dispusă pe toată lungimea solenoidului, iar bobinele de comandă, în partea centrală a carcasei pe 1/3 din lungime.

Solenoidul are două ferestre: pe una se plasează obiectul de încercat, pe cealaltă, două bobine de compensare W_{1k} şi W_{2k} al căror rol este de a compensa fluxul magnetic în întrefierul dintre foile de măsurat şi înfăşurarea de măsură.

Celelalte elemente ale schemei, integratorul, comutatorul de fază, se descriu pe larg, indicîndu-se şi modul de funcţionare a schemei. Rezultatele măsurării sînt independente de variaţia frecvenţei sau tensiunii reţelei. Într-o tabelă se dau valorile inducţiei determinate de unele probe folosind atît metoda Epstein, cît şi cea descrisă în acest articol, diferenţele nedepăşind 1%.

Odată cu măsura inducţiei se măsoară şi grosimea pachetului de tablă, cu o eroare pînă la 0,01 mm. Aparatura descrisă poate fi folosită cu succes atît pentru un control de masă cît şi pentru determinări de laborator.

Fl. T.

CZ 621.318.2 *Materiale magnetice*

CZ 621.318.22 :538.23

M. HELLERMAN. **Miezul de ferită cu ciclu histerezis dreptunghiular, piesă importantă în tehnica comutaţiei şi memoriilor** (Der Rechteckferritkern—ein Bauelement der Schalt— und Speichertechnik). In: Jenaer Rundschau, **7** (1961), 2, 63—64, 2 fig. (Reprodus după Hermsdorfer technische Mitteilungen, 3, 1961).

După anul 1945, feritele cu oxizi au căpătat mare importanţă în electrotehnică. Recent, feritele cu ciclu histerezis dreptunghiular s-au alăturat feritelor magnetic moi şi celor magnetic tari cu bariu. Întrucît feritele cu ciclu histerezis dreptunghiular nu se pot găsi decît în două stări magnetice

stabile, ele au găsit o largă utilizare ca elemente de comutaţie şi ca miezuri de memorie în maşinile electronice de calcul. Stabilitatea celor două puncte de remanenţă permite o comutare între aceste două stări ca la un comutator mecanic. Atribuind celor două stări de remanenţă $+B_r$ şi $-B_r$ cele două simboluri 1 şi 0 ale sistemului numeric binar, cu asemenea miezuri montate corespunzător pot fi efectuate diferite calcule. Miezurile de ferite cu ciclu histerezis dreptunghiular au o tehnologie similară cu a celorlalte ferite. În maşina digitală de calcul ZRA 1, construită în R.D.G., se utilizează circa 10 000 ferite de comutaţie. Perspectiva unei largi dezvoltări a feritelor cu ciclu histerezis dreptunghiular se găseşte în special la folosirea ca toruri de memorie ($d_{exterior}$ = 2 mm) montate în forma unor reţele plane sau spaţiale. Criteriul hotărîtor pentru aceste toruri de memorie este factorul de rectangularitate definit de relaţia :

$$|R_s = \frac{B - \frac{1}{2} H_m}{B_{Hm}}$$

($B - \frac{1}{2} H_m$ este inducţia B pentru cîmpul de comutare $- \frac{1}{2} H_m$; B_{Hm} — inducţia B pentru cîmpul de comutatie H_m). Avantajul principal al memoriilor cu toruri de ferită este că la dimensiuni mici nu au piese mecanice mobile şi nu sînt supuse îmbătrînirii. În matriţele cu ferite, informaţia poate fi înmagazinată în timp nelimitat. Memoriile magnetice prezintă un avantaj economic asupra celor cu tuburi din cauza spaţiului mai redus ocupat şi a dispariţiei încălzirii, care este necesară la tuburi.

A. S.

CZ 621.32 *Iluminat*

CZ 621.32

C. G. RAMASWANY : **Iluminat cu fluorescenţă sau cu incandescenţă.** (Fluorescent or Filament lighting?) In : Electrical J. **167** nr. 7, 18 august 1961, p. 390—391.

Lampa fluorescentă cu catod preîncălzit, la fiecare conectare, şi deconectare pierde din durata sa de funcţionare.

Articolul de faţă răspunde la întrebările :

a) dacă lampa funcţionează şi nu este necesară pentru un anumit interval, care este durata acestui interval sub care este neeconomic să se deconecteze lampa? şi *b*) care este perioada minimă economică pentru care merită să fie conectată o lampă fluorescentă în loc de o lampă cu incandescenţă echivalentă, cînd sînt ambele disponibile?

Se demonstrează că la valorile din India, este inutil să se deconecteze o lampă fluorescentă dacă oprirea ei din funcţionare ar fi mai scurtă de o jumătate de oră. De asemenea este convenabil să se conecteze o lampă fluorescentă cu catod preîncălzit, în locul unei lămpi cu incandescenţă, dacă durata de funcţionare va fi mai lungă de 18 min.

A. H.

CZ 621.326 :628.977.8 :625.2 (494)

P. DIEFENHARDT. **Noi baterii de iluminat al căilor ferate federale elveţiene** (Nouvelles batteries d'eclairage des CFF). În : Bull. ASE **53** (1962), 4, 137—139.

După ce se prezintă tipurile vechi de acumulatoare folosite în traficul feroviar pentru iluminat sau servicii anexe, se arată că modernizarea transportului, introducerea încălzirii cu comandă de la distanţă, reglajul termostatic, au impus realizarea unor baterii cu capacitatea de circa 150 Ah faţă de 80 Ah a tipurilor vechi.

Noua baterie, realizată însă cu plăci tubulare, este compusă din nouă elemente, construcţia sa fiind identică cu tipul vechi, fapt ce permite transformarea fără dificultăţi a bateriei de 90 Ah în una de 150 Ah. Plăcile sînt formate din tuburi de fibre sintetice şi umplute cu materie activă, elastică şi rezistentă la acizi sau oxidări. Folosirea fibrelor sintetice permite o creştere remarcabilă a capacităţii pe unitate de volum şi greutate, şi permite în acelaşi timp trecerea acidului care realizează o mai bună utilizare a masei active.

Toate aceste modificări au permis ca bateria să aibă o capacitate cu circa 60% mai mare ca a tipurilor vechi. Caracteristicile de sarcină pentru cele două tipuri de baterii sînt analoge.

În încheiere, se arată o serie de avantaje remarcate în exploatare. Astfel, plăcile pozitive şi negative ating aceeaşi durată de viaţă (ceea ce uşurează exploatarea), iar creşterea rezervei de acid deasupra plăcilor şi scăderea consumului de apă datorit curentului final mai slab măresc securitatea în serviciu. De asemenea, trebuie semnalată cantitatea de energie acumulată pe unitatea de greutate : 12 Wh/kg la tipul vechi, 19 Wh/kg la tipul nou.

Fl. T.

CZ 621.372 *Circuite oscilante*

CZ 621.372.4

BAINTRUB, P. M. **Interpretarea sintetică a funcţiilor de bază la un circuit oscilant.** (Abab scenia interpretaţia osnovnîh zavisimostei v kolebatelnîm konture). În : Izvestia vîsşih ucebnîh zavedenii. Energetica, **4**, nr. 8, aug. 1961, p. 28—36, 5 fig. 29 formule.

Pentru cercetarea proceselor electrice şi mecanice tranzitorii, care se transpun matematic sub forma unei ecuaţii diferenţiale liniare fără membrul doi, de cele mai multe ori se alege analogia cu circuitul oscilant, ca o cale de rezolvare mai comodă.

În lucrare, autorul întreprinde o încercare de a da o semnificaţie funcţiunilor circuitului oscilant, ca şi cum ar fi „clare şi vorbind de la sine" de aceea ele (funcţiunile) sînt examinate dintr-un punct de vedere general şi se interpretează cu precădere grafic. În acest caz, în mod simplu se stabileşte legătura internă între parametrii cei mai importanţi ai circuitului oscilant şi în acelaşi timp se leagă strîns abstractizarea matematică cu fenomenul fizic complex.

La început se scrie şi se rezolvă ecuaţia diferenţială a circuitului oscilant, determinîndu-se tensiunea pe rezistenţă, capacitate şi inductanţă. Se face apoi interpretarea geometrică şi fizică a funcţiunilor de bază (dependenţele) : pulsaţia proprie, constanta de timp a curentului liber din circuitul oscilant, coeficientul de amortizare etc., şi se lămureşte înţelesul fizic al acestor mărimi.

Se face apoi o analiză a procesului, din punct de vedere energetic, stabilind oscilaţia energiei între cîmpul magnetic (al bobinei) şi electric (al condensatorului).

În încheiere, se studiază extremităţile componentelor libere ale tensiunilor şi curentului.

P.B.

CZ 621.224—55

BALDIU, C. **Descrierea şi întrebuinţarea regulatoarelor de turbină electrice.** În : Bull. ASE, t. **52**, nr. 8, 1961, p. 304—308.

Necesitatea menţinerii tensiunii şi frecvenţei la valori constante este o urmare a exigenţelor impuse de interconectarea centralelor producătoare de energie, pentru ca acestea să corespundă atît din punct de vedere tehnic, cît şi din punct de vedere economic. Este evident că funcţionarea sigură a unor centrale interconectate nu poate avea loc decît prin menţinerea strictă a frecvenţei şi a tensiunii, în caz contrar rezultînd schimburi de energie activă şi reactivă intempestive, care produc deranjamente.

În articol se descrie un nou regulator electric destinat turbinelor (Erelstat), funcţionarea lui exprimîndu-se după o schemă-bloc. Comportarea aparatului în exploatare este analizată pe bază de oscilograme şi diagrame ridicate la încercări. Măsurările în gol permit să se constate reglajul bun al frecvenţei, iar marea sensibilitate a regulatorului a fost verificată, prin încercări speciale, cu o maşină cu un foarte slab statism, conectată în paralel cu reţeaua. De asemenea, este studiată posibilitatea unui reglaj centralizat care să poată cuprinde şi centrale „pe firul apei". În urma analizei efectuate, autorul ajunge la concluzia că proprietăţile acestui regulator electric al turbinei sînt foarte avantajoase pentru funcţiunile pe care le are un regulator în reţea.

Fl. T.

CRONICĂ

A IV-a Consfătuire de sudură şi încercări de metale

CZ 061.3:620.19:621.791.7 (498.51)

În zilele de 12—15 octombrie 1962, a avut loc la Timişoara cea de-a IV-a Consfătuire în domeniul sudării şi încercărilor de metale, organizată de Baza de cercetări ştiinţifice din Timişoara a Academiei R.P.R., în colaborare cu Institutul politehnic—Timişoara.

La lucrările consfătuirii au participat, pe lîngă numeroşi delegaţi din ţară, reprezentanţi ai Academiei R.P.R., ai ministerelor interesate (Ministerul Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini, Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei, Ministerul Învăţămîntului), ai Comitetului pentru tehnica nouă, ai marilor uzine, întreprinderi şi 40 delegaţi străini, printre care acad. K. K. Hrenov (U.R.S.S.—Kiev), dr. W. Gilde, directorul Institutului central de sudură (ZIS) din Halle-Saale, O. Raidt, preşedintele Secţiei de sudură de la Kammerder Technik—Berlin, dr. M. Bechert, E. Becher şi Y. Wodara de la Institutul de sudură — Magdeburg, dr. ing. Baumgartl, Karl-Marx-Stadt şi H. Tauscher—Dresden (R.D.G.), dr. J. Slaba—Praga şi J. Kontsky, V. Pilons şi J. Buzek—Pilzen (R.S.C), M. I. Kubiszyn, dr. ing. A. Buch, dr. ing. S. Kocanda, A. Zaroitniewicz şi Z. Pawlowski (R.P.P.), dr. I. Szilard, R. Nemeny şi dr. ing. P. Reti (R.P.U).

Această consfătuire a avut drept scop prezentarea şi discutarea celor mai însemnate lucrări de cercetări şi a celor mai importante realizări în domeniul sudării şi al încercărilor de metale obţinute în ultimii ani în ţară, precum şi realizarea unui schimb de experienţă între specialiştii noştri şi oamenii de ştiinţă străini privind metodele de cercetare, tehnologia şi utilajele folosite în aceste domenii.

Referatele prezentate au contribuit — prin conţinutul şi nivelul lor — la atingerea acestor scopuri, după cum rezultă din discuţiile care au avut loc.

În total au fost prezentate 80 comunicări şi 13 referate generale grupate în secţii de specialitate privind materialele folosite la sudare, procedeele şi utilajele pentru sudarea oţelurilor normale şi speciale, încercările statice dinamice şi încercări la oboseală ale îmbinărilor sudate, precum şi probleme de învăţămînt şi protecţia muncii în domeniul sudării.

Dintre cele mai importante referate se menţionează:

— Alegerea oţelurilor pentru construcţii sudate, prezentat de acad. C. Miclosi.

— Unele aspecte ale stadiului actual al încercărilor de metale în R.P.R., de prof. dr. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R.

— Construcţii metalice sudate pentru transformatoarele fabricate la Uzinele Electroputere—Craiova, de ing. G. Pop (Uzinele Electroputere—Craiova).

— Dispozitive pentru sudare realizate la uzinele Electroputere—Craiova pentru locomotiva Diesel-electrică, de ing. V. Popovici şi E. Mîrzan (Uzinele Electroputere—Craiova).

— Efecte de concentrare a eforturilor unitare la temperaturi ridicate, de prof. ing. Gh. Buzdugan, ing. D. Craifăleanu, ing. V. Antonescu, ing. I. Pană şi ing. V. Postelnicu (Institutul politehnic—Bucureşti).

— Contribuţii la sudarea la rece a conductoarelor de aluminiu şi de cupru pentru instalaţiile electrice interioare, de ing. D. Both şi ing. Lucia Florea (Institutul politehnic—Timişoara).

— Procedeul sudării prin puncte în relief aplicat la saboţii de autocamion, de ing. V. Doboşan şi N. Caşcaval (Uzina Steagul roşu", Braşov).

— Referat general privind tăierea cu arc electric, de conf. ing. O. Centea (Institutul politehnic—Timişoara).

— Încercări de laborator privind încărcarea prin sudarea electrică automată sub flux a bandajelor de locomotivă de ing. Gh. Marga şi ing. Eugenia Apostol (Institutul politehnic — Braşov).

— Contribuţii la elaborarea electrozilor pentru sudarea oţelurilor de construcţie aliate cu Cr-Mn-Si, de ing. I. Valea (Uzinele Industria sîrmei — Cîmpia Turzii).

— Referat general privind încercări şi control prin metode nedistructive la metale şi la diverse construcţii, de ing. Lazăr Boleanţu şi ing. Alex. Bernath (Institutul politehnic—Bucureşti şi Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice-Timişoara).

Sudarea cu arc electric folosind o sursă de curent alternativ cu frecvenţă mărită, de ing, G. Pop (Uzinele Electroputere—Craiova).

— Electronituirea aplicată în construcţia maşinilor agricole de recoltat, de ing. I. Vasile (Uzinele Semănătoarea).

— Mărirea rezistenţei la oboseală prin acoperiri electrolitice cu un aliaj Ni-Fe, de prof. dr. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. B. Rothenstein, ing. B. Horovitz, ing. V. Safta şi ing. A. Golea (Institutul politehnic—Timişoara).

— Referat general privind probleme ale învăţămîntului protecţiei muncii şi tehnicii securităţii, de ing. I. Ionescu (Institutul de cercetări pentru protecţia muncii al CCS Bucureşti).

Asupra normelor de protecţie contra radiaţiilor în lucrările de radiografie industrială, de P. Floricanşi M. Oncescu (Academia R.P.R., Institutul de fizică atomică—Bucureşti).

— Referat general privind încercări mecanice, defectoscopie şi control nedistructiv la îmbinările sudate, de ing. Mircea Aldea (Inspectoratul de Stat pentru cazane şi instalaţii de ridicat—Bucureşti).

Comunicările interesante ale oaspeţilor străini au provocat discuţii vii.

Acad. K. K. Hrenov a vorbit despre noi surse de curent pentru sudarea cu arcul electric ,dr. W. Gilde despre construcţia dispozitivelor o condiţie principală în tehnica modernă a sudării, O. Raidt despre sudarea ţevilor sub presiune pentru transportul gazelor şi apei, dr. M. Bechert şi J. Wodara despre contribuţii la sudarea prin topire intermediară în capete a ţevilor de aluminiu şi cupru, dr. ing. E. Baumgartl despre cercetări comparative de oboseală pe epruvete simple şi roţi dinţate, H. Tauscher despre proprietăţile de rezistenţă ale cusăturilor sudate din oţeluri de îmbunătăţire de mare rezistenţă, dr. J. Slaba despre gradul de rezolvare în defectoscopie cu betatron, J. Koutsky şi J. Buzek despre comportarea oţelurilor rezistente la cald la solicitări alternative, M. I. Kubiszyn despre sudarea prin puncte şi în cusătură a metalelor neferoase, dr. ing. A. Buch despre unele cercetări privind probleme mecanice la oboseală, dr. ing. S. Kocanda despre posibilităţi de cercetare a fenomenelor de oboseală, dr. I. Szilard despre detectarea straturilor subţiri de zgură din tablele de oţel cu ajutorul ultrasunetelor, R. Nemeny despre influenţa tratamentului termic premergător călirii cu flacără şi a structurii formate în consecinţă asupra rezultatelor obţinute la călirea cu flacără.

În afară de prezentarea şi discutarea referatelor în cadrul şedinţelor, cu ocazia acestei consfătuiri a avut loc şi o expoziţie a realizărilor interesante ale laboratoarelor şi uzinelor din ţară, în domeniul sudării şi al încercărilor de metale. Participanţii la consfătuire au mai vizitat o expoziţie de utilaje pentru încercări de metale din laboratorul de încercări de materiale de la Institutul politehnic din Timişoara.

Examinînd problemele şi propunerile prezentate în comunicări şi în dezbaterile care au avut loc, participanţii la cea de-a IV-a Consfătuire de sudură şi încercări de metale au ajuns la o serie de concluzii care au fost concretizate în rezoluţia adoptată la încheierea consfătuirii, care a fost înaintată forurilor interesate.

1. Înfăptuirea sarcinilor trasate de Congresul al III-lea al PMR, în legătură cu introducerea tehnicii noi în producţie, a adus cu sine importante realizări în cele două domenii care au format obiectul consfătuirii.

În domeniul sudurii se constată introducerea pe scară industrială largă a unor metode moderne cum ar fi : sudarea automată sub strat de flux, sudarea semiautomată şi automată în atmosferă protectoare de gaze (bioxid de carbon, argon etc), sudarea prin presiune, sudarea şi tăierea cu jet de plasmă. Sînt de remarcat în mod deosebit succesele obţinute în ţara noastră în privinţa sudării oţelurilor speciale. Paralel cu introducerea procedeelor tehnologice moderne există şi preocupări în legătură cu crearea de utilaje şi instalaţii de sudare. Subliniem că în cazul producţiei în serie se acordă o deosebită atenţie construirii de dispozitive, ceea ce pe lîngă mărirea productivităţii conduce şi la îmbunătăţirea sensibilă a calităţii produselor.

În domeniul încercărilor de metale se constată o creştere masivă a numărului de specialişti preocupaţi de aceste probleme. În această direcţie, semnalăm că, pe lîngă intensificarea studierii sistematice cu metodele clasice a proprietăţilor mecanice ale metodelor fabricate în R.P.R., a început introducerea în producţia curentă a metodelor nedistructive de cercetare şi control a metalelor şi a construcţiilor. Este de remarcat că în momentul de faţă există mai multe laboratoare uzinale dotate cu echipament care permite utilizarea metodelor de control moderne ca : gamagrafia, defectoscopia ultrasonică, electrotensometria.

2. Succesele obţinute, care au fost analizate pe larg în 13 referate generale întocmite pe baza celor 80 de comunicări, au fost posibile datorită orientării cercetărilor ştiinţifice spre soluţionarea problemelor tehnico-economice pe care le ridică dezvoltarea economiei naţionale.

3. Este de remarcat faptul că o mare parte a comunicărilor a fost întocmită de specialişti tineri, ceea ce arată odată în plus eficienţa învăţămîntului nostru tehnic superior, ca urmare a condiţiilor deosebite pe care le-au asigurat şi le asigură acestuia conducerea de partid şi de stat.

4. Larga participare a specialiştilor din ţările socialiste prin prezenţa a 40 delegaţi care au prezentat 18 comunicări a prilejuit un preţios schimb de experienţă care va contribui — în domeniile consfătuirii — la realizarea obiectivelor colaborării internaţionale socialiste.

5. Se recomandă Centrului de cercetări tehnice de la Baza de cercetări ştiinţifice din Timişoara a Academiei R.P.R. şi Institutului politehnic Timişoara, organizatorii acestei consfătuiri, ca, ţinînd seama de propunerile multiple ridicate în cadrul acestei consfătuiri, să se preocupe în continuare de problemele extinderii experienţei înaintate în producţie ale colaborării specialiştilor romîni, precum şi ale colaborării cu specialiştii din celelalte ţări de democraţie populară.

Astfel se va acorda toată atenţia orientării cercetărilor — în aceste domenii — spre cele mai actuale probleme ale tehnicii noi, introducerii în producţie a metodelor avansate (sudarea sub presiune, sudarea în atmosferă protectoare, sudarea şi tăierea cu jet de plasmă, automatizarea proceselor de sudare, introducerea defectoscopiei şi controlului nedistructiv etc.). Se va studia cea mai potrivită formă de coordonare a colaborării între specialiştii din ţară în domeniul sudurii şi al încercărilor de metale.

Se va analiza posibilitatea editării în ţară a unei reviste de sudură, care să contribuie la răspîndirea metodelor tehnice avansate. O astfel de revistă ar putea ajuta şi la o mai intensă răspîndire a documentelor Institutului Internaţional de sudură.

Se va studia posibilitatea unificării probelor pentru obţinerea certificatelor de calificare a sudorilor. De asemenea, se recomandă să existe preocupări mai susţinute în legătură cu problemele şcolarizării şi cu îmbunătăţirea programelor analitice de învăţămînt de toate gradele la disciplinele de sudură şi încercări de metale. Se va studia în mod special posibilitatea unor forme de şcolarizare pentru laboranţi în domeniul încercărilor de metale.

Se vor analiza posibilităţile şi se vor face propunerile necesare pentru alcătuirea unei comisii de terminologie în domeniul sudurii.

Participanţii la a IV-a Consfătuire de sudură şi încercări de metale se angajează să valorifice la locurile lor de muncă experienţa cîştigată în cursul consfătuirii şi totodată cheamă pe toţi specialiştii preocupaţi cu probleme din aceste două domenii să depună toate eforturile pentru introducerea tehnicii noi în producţie.

Sesiunea jubiliară a Institutului politehnic din Iaşi cu prilejul împlinirii a 50 de ani de existenţă

CZ. 061.55 : 378.962 : 621.3 (489.31)

În anul 1962, Institutul politehnic din Iaşi a împlinit 50 de ani de existenţă. În acest timp, institutul a desfăşurat o susţinută activitate ştiinţifică, aducînd o contribuţie preţioasă la ridicarea nivelului învăţămîntului politehnic în Moldova, la pregătirea a numeroase cadre inginereşti pentru satisfacerea nevoilor crescînde ale economiei noastre naţionale. Cu deosebire, acest institut a cunoscut o deosebită activitate în anii puterii populare, datorită condiţiilor create de Partidul Muncitoresc Romîn şi de Guvernul Republicii Populare Romîne. Pentru a sărbători acest eveniment însemnat în viaţa învăţămîntului nostru superior, a fost organizată la Iaşi, între 9 şi 11 noiembrie 1962, o sesiune ştiinţifică jubiliară a Institutului politehnic — Iaşi.

După şedinţa festivă de deschidere a sesiunii, la care au luat cuvîntul reprezentantul Comitetului Regional Iaşi al P.M.R., al Ministerului Învăţămîntului, rectorul institutului, invitaţi la sesiune, s-a trecut la lucrările separate pe secţii. În secţii (în număr de nouă) au fost prezentate numeroase referate care au cuprins atît probleme ştiinţifice cu caracter general, cît şi probleme legate de dezvoltarea continuă a învăţămîntului politehnic şi a economiei noastre naţionale.

În cadrul secţiei de electrotehnică au fost prezentate 35 de referate, dintre care se menţionează următoarele :

„Un calcul mai precis al forţei de frînare a frînei electromagnetice cu disc neferomagnetic" de prof. R. Răduleţ şi A. Ifrim. Autorii stabilesc o expresie a cuplului de frînare din frîna de inducţie cu disc neferomagnetic, care generalizează rezultatele unor lucrări anterioare făcute de autori, prin luarea în considerare a influenţei părţii centrale conductoare a discului asupra repartiţiei şi mărimii densităţii curentului electric indus în disc.

„O expresie generală a rezistenţei şi a reactanţei interioare a înfăşurărilor de curent alternativ cu conductoare cilindrice circulare" de Al. Fransua şi A. Ţugulea. Se stabileşte o expresie generală a rezistenţei şi a reactanţei interioare a înfăşurărilor de curent alternativ cu conductoare cilindrice circulare, presupunînd că repartiţia curentului alternativ pe secţiunea fiecărui conductor este condiţionată de rapartiţia datorită efectului pelicular propriu peste care se suprapune repartiţia datorită curenţilor turbionari induşi pe cîmpul magnetic alternativ al celorlalte conductoare din înfăşurare. Formula stabilită nu presupune o anumită geometrie a secţiunii transversale a înfăşurării, respectiv a crestăturii, în care aceasta ar fi eventual introdusă. In cazurile particulare rezolvate în literatură, formula generală stabilită conduce la aceleaşi rezultate.

„Unele cercetări asupra termoelectreţilor pe bază de asfalt" de prof. V. Petrescu, N. Babei, M. Antoniu şi P. Pogîngeanu. Proprietăţile de termoelectret ale unei varietăţi de asfalt indigen cu punct de înmuiere ridicat sînt cercetate pe cale experimentală, în funcţie de intensitatea cîmpului electric polarizant.

„Măsurări de inductanţe şi capacităţi prin metoda ampermetrului şi voltmetrului folosind principiul semicompensării reactanţelor" de D. Bărbulescu şi prof. V. Petrescu. Referatul tratează despre circuitele care comportă reactanţe de semne contrarii, grupate în serie sau în paralel, şi care, atunci cînd îndeplinesc condiţia $LC\,\omega^2 = 1/2$, permit măsurarea parametrilor L sau C cu ajutorul unor instrumente

industriale de măsură, care sînt numai instrumente indicatoare (fals zero).

„Compensator de curent alternativ folosind un circuit în care se realizează semicompensarea reactanţelor" de D. Bărbulescu şi prof. V. Petrescu. În referat este descrisă schema unui compensator de curent alternativ în punte, folosindu-se un circuit conţinînd reactanţe de semne contrarii în care reactanţele sînt semicompensate.

„Măsurarea puterii active, reactive, aparente şi a factorului de putere cu wattmetrul electrodinamic folosind un circuit reprezentînd o impedanţă de modul constant şi argument variabil" de D. Bărbulescu şi prof. V. Petrescu. Se introduce un circuit cu reactanţe de semne contrarii, îndeplinind condiţia $LC\omega^2 = 1/2$, în serie cu bobina volt a unui wattmetru electrodinamic. Cicruitul permite modificarea fazei curentului din circuitul volt şi, deci, aducerea acestui curent în fază sau în cvadratură cu curentul din bobina amper prin modificarea rezistenţei ramurii inductive. Puterea activă, puterea reactivă, puterea aparentă şi factorul de putere pot fi măsurate astfel cu acelaşi instrument.

„Ameliorarea funcţionării contoarelor de energie electrică în regimuri nesimetrice" de Al. Poeată şi prof. V. Petrescu. În referat este arătată posibilitatea reducerii erorilor contoarelor în regimuri nesimetrice, în cazul alimentării contoarelor prin intermediul filtrelor de componente simetrice.

„Conctribuţii la realizarea unui aparat electronic de tip electrosomn cu sincroscop" de prof. C. Onu, V. Prisăcaru, L. Turic, V. Bejan şi H. Stern. Este descris un generator de impulsuri rectangulare cu patru canale, cu frecvenţa cuprinsă între cîţiva Hz şi 130 Hz şi cu durata impulsurilor între 200 şi 500 microsecunde. Generatorul este asociat cu un tub catodic care lucrează în regim de sincroscop, ceea ce permite vizualizarea impulsurilor de curent. Aparatul poate fi folosit în tratamentul unor afecţiuni nervoase.

„Motor sincron de reacţie monofazat" de A. Popovici, Gh. Şerban, V. Vasilache, I. Suchar şi P. Haba. Autorii prezintă realizarea unui motor sincron reactiv monofazat şi pun în evidenţă funcţionarea motorului la viteza de sincronism $n = 120$ f.

„Despre interpretarea mărimilor de stare a cîmpului magnetic în interiorul corpurilor" de A. Timotin.

„Asupra caracteristicilor şi posibilităţilor de utilizare ale unui amplificator magnetic trifazat de construcţie specială" de prof. N. Boţan, B. Ponomarev, L. Cantemir şi E. Balaban.

„Tensiunea de aprindere la descărcări de înaltă frecvenţă în vapori de apă sub tensiune joasă" de prof. Al. Cişman şi A. Policec.

„Asupra posibilităţilor de realizare de motoare asincrone în colivie cu viteze multiple prin folosirea la stator a unei înfăşurări în inel cu pas variabil" de I. Filipiuc.

Aceste referate au trezit un deosebit interes în rîndurile participanţilor la sesiune şi au fost urmate de dezbateri şi concluzii valoroase.

M. C.

SCURTE ŞTIRI

Mai înalt decît turnul Eifel

Uzina Babuşkin din Dniepropetrovsk a confecţionat şi a expediat la Leningrad construcţia metalică a unui turn gigantic de televiziune. Înălţimea lui, împreună cu antena, va fi de 315 metri, adică depăşeşte turnul Eifel din Paris. Construcţia uşoară este executată din ţevi metalice de mare rezistenţă. În partea superioară a turnului se va amplasa o clădire cu trei etaje pentru aparatajul de televiziune şi pentru personalul tehnic. Legătura cu pămîntul se va realiza cu ajutorul unui ascensor rapid.

(**Pravda** nr. 15/31 mai 1962)

Teleaparatura înlesneşte extracţia ţiţeiului

La uzina de teleaparatură şi de dispozitive automate „Kalinin" din Baku s-au executat primele seturi de teleaparatură pentru măsurarea presiunii în sondele petroliere.

Aparatajul proiectat de colectivul NIPI „Neftechimautomat" permite măsurarea tensiunii aproape la două sute de sonde amplasate pe raza de 10 km de la postul dispecerului.

(**Izvestia** nr. 103/06 mai 1962)

Încercările încununate de succes ale agregatelor bloc

Colectivul constructorilor URES (uzinele raionale electrice de stat) „Verhnetaghiliskaia" a început încercările sub sarcină ale celui de-al doilea turbogenerator de o putere de 200 MW şi ale cazanului cu debitul de 640 tone abur pe oră.

Unităţile bloc, construite la uzinele din Leningrad, Harkov, Podolsk (regiunea Moscova), au suportat aproape din primele zile de încercări o sarcină apropiată de cea nominală 185—190 MW. În timpul încercărilor s-au produs peste 15 000 000 kWh de energie electrică.

(**Pravda** nr. 164/13 iunie 1962)

Realizări în industria electrotehnică a R.P. Bulgaria

La uzina producătoare de aparate de înaltă tensiune „Vasil Kolarov" din Sofia, datorită perfecţionării continue a procesului de producţie, se realizează maşini electrice de o tot mai înaltă calitate. Noile serii de motoare electrice cu o putere de 25, 32, 40, 50 kW, produse în ultimul timp, au o construcţie mai uşoară şi indici tehnico-economici îmbunătăţiţi. Foarte uşoară este construcţia a patru noi tipuri de motoare electrice sincronizate de 10, 13, 22 şi 32 kW. O realizare deosebită o constituie producţia a trei transformatoare de 10 000, 20 000 şi 31 000 kVA necesare staţiilor de transformare din R.P. Bulgaria.

A început, de asemenea, producţia unei aparaturi complexe pentru acţionarea întreruptoarelor de 10—35 kV, aparatură care pînă în prezent se importa.

(**Buletinul Ambasadei R.P.B.** nr. 9/1962)

TEMATICA PE ANUL 1963

CZ 621.3 : 05 (083.8) „1963"

1. ELECTROTEHNICA GENERALĂ

1.1. Metode noi de calcul. Introducerea metodelor noi de calcul în electrotehnică: calculul cu mărimi complexe, calculul matricial, tensorial, cu operatori diferenţiali, transformări funcţionale, Laplace, Fourier. Maşini de calcul electronice analogice şi cifrice. Adaptarea lor la problemele specifice.

1.2. Semiconductoare: Stabilirea structurilor. Soluţiile constructive şi tehnologice de fabricaţie a celulelor din Se şi Si. Aplicaţiile redresoarelor cu semiconductoare în electrotehnică. Construcţia şi aplicaţiile generatoarelor Hall în măsurători electrice, pentru măsurarea curenţilor mari. Pile termoelectrice.
Aplicaţii moderne ale efectului Peltier.

1.3. Repartizarea curenţilor în reţele cu elemente neliniare.

1.4. Precizarea diferitelor noţiuni de putere: aparentă reactivă, deformantă, de asimetrie etc.

2. INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ

2.1. Asimilarea de serii unitare moderne cu parametrii ridicaţi în fabricaţia curentă. Principii de calcul tehnico-economic. Proiectarea şi construcţia elementelor seriei, stabilirea unei tehnologii moderne de fabricaţie.

2.2. Îmbunătăţirea calităţii produselor prin proiectări, alegerea şi controlul eficace al calităţii materialelor şi al procesului de fabricaţie, cu aplicaţii în domeniul aparatajului electric.

2.3. Introducerea mecanizării şi automatizării în procesele tehnologice ale producţiei cu scopul ridicării productivităţii muncii.
Linii automate de prelucrat repere de serie.

2.4. Fabricaţia în mare serie a bunurilor de larg consum electrotehnice; răcitoare şi încălzitoare electrice, fiare de călcat, ventilatoare, aspiratoare de praf etc.

3. MAŞINI ELECTRICE

3.1. Ecuaţiile, diagramele şi fazorii maşinii sincrone cu aplicaţii la comportarea dinamică a maşinii (Ecuaţiile Park-Gorev ş. a.).

3.2. Ventilaţia maşinilor. Stabilirea caracteristicilor ventilatoarelor radiale şi axiale, a rezistenţei aerodinamice. Activitatea răcirii prin ventilaţie.

3.3. Vibraţia şi zgomotul maşinilor. Elaborarea unor metode de măsurare, stabilirea de măsuri pentru reducerea vibraţiilor şi a zgomotului produs. Propuneri pentru maşinile de pe vehicule, maşinile de birou şi din gospodării.

3.4. Pătrunderea undelor de impuls în maşini. Lămurirea fenomenelor fundamentale, elaborarea de metode şi aparate de măsurare. Experimentări. Aplicaţii la mărirea stabilităţii faţă de impulsuri a maşinilor ce se racordează direct la linii de înaltă tensiune. Elaborarea de metode de defectoscopie pe bază de impulsuri şi introducerea lor în fabricaţie.

3.5. Îmbunătăţirea răcirii cu apă, cu ulei. Metode de calcul şi experimentări pentru evaluarea efectului de răcire. Aplicaţii la maşini în fabricaţie sau în exploatare.

3.6. Variaţia cuplului maşinilor asincrone la pornire, frînare, reglare.

3.7. Serii unitare. Elaborarea, proiectarea, tehnologia şi fabricaţia seriilor unitare de maşini asincrone. Compararea cifrelor caracteristice cu cele ale unor serii moderne. Serie de maşini asincrone cu poli comutabili dezvoltată din seria actuală de maşini asincrone normale. Serie unitară de maşini mari asincrone de 100—1 000 kW. Propuneri de principii în vederea elaborării. Comparaţia economică a soluţiilor.

3.8. Izolaţia în clase superioare a bobinajelor maşinilor electrice şi urmările aplicării ei pentru utilizări industriale.

3.9. Influenţa utilizării tolelor texturate asupra performanţelor maşinilor electrice.

3.10. Maşini sincrone cu excitaţie statică. Caracteristici funcţionale şi metode de proiectare.

3.11. Motorul sincron autoexcitat în exploatare. Avantaje tehnico-economice.

3.12. Maşini electrice speciale. Construcţia generatoarelor de medie frecvenţă. Construcţia şi funcţionarea maşinilor de sudură speciale. Maşini cu înfăşurări imprimate.

3.13. Reglajul automat al tensiunii generatoarelor sincrone. Metode şi scheme de reglare cu şi fără excitatoare. Excitarea statică cu redresoare. Automatizarea reglării.

3.14. Maşini electrice cu regim greu de funcţionare. Dimensionarea şi construcţia maşinilor cu porniri şi inversiuni frecvente cu aplicaţii în industria extractivă, metalurgică, la maşini de ridicat etc.

3.15. Îmbunătăţirea caracteristicilor de funcţionare a maşinilor electrice. Caracteristici mecanice corespunzătoare sistemelor de acţionare. Eliminarea factorilor ce limitează buna funcţionare sau domeniul de reglaj. Obţinerea unui randament optim în exploatare.

4. TRANSFORMATOARE

4.1. Răcirea transformatoarelor mari. Forţarea răcirii cu aer şi cu ulei. Construcţia răcitoarelor cu randament mare. Calcule tehnico-economice.

4.2. Stabilitatea la impulsuri de tensiune. Repartizarea tensiunii de impuls pe înfăşurări în diferite conexiuni. Oscilaţii tranzitorii şi staţionare. Dispozitive şi metode de măsurare.

4.3. Coordonarea şi reducerea degresivă, progresivă a izolaţiei. Scăderea nivelului de izolaţie internă. Calcule tehnico-economice.

4.4. Transformatoare uscate, antideflagrante, antiexplozive. Metode de proiectare, experimentări pe modele, propuneri constructive pentru utilizări în mine şi în industria chimică.
Transformatoare uscate cu izolaţie clasă H. Proiectare, fabricare, experimentare.

4.5. Autotransformatoare mari cu reglaj în sarcină. Soluţii constructive.

4.6. Comportarea transformatoarelor cu tole texturate.

4.7. Transformatoare de încercare la înaltă tensiune. Construcţii speciale, economice.

4.8. Transformatoare de putere normale; seria unitară şi execuţii derivate.

4.9. Seria unitară de transformatoare cu bobinaj de aluminiu. Principii de dimensionare optimă. Calcule tehnico-economice.

5. REDRESOARE

5.1. Redresorul cu carbură de siliciu. Proprietăţi.

5.2. Redresorul cu siliciu simplu şi comandat. Performanţe, fabricare, experimentări.

5.3. Utilizarea redresoarelor cu semiconductoare: în scheme de autoexcitaţie a maşinilor sincrone, în schemele cu amplificatoare magnetice, la agregatele de sudură, la locomotivele electrice. Parametri, scheme funcţionale, randament, economicitate.

6. MATERIALE ELECTROTEHNICE

6.1. Conductor Ol—Al cu conținut bogat în Al pentru electrificări rurale.

6.2. Aluminiu ca înlocuitor al cuprului în electrotehnică.

6.3. Aliaje din Al turnate, cu conductibilitate termică mare.

6.4. Aliaje rezistive. Posibilitățile de fabricare în țară. Proprietăți, utilizare, aplicații.

6.5. Cabluri. Proprietăți, construcții. Tehnologie.

6.6. Mică, micabandă, micafoliu ca izolanți superiori.

6.7. Materiale plastice noi. Bachelite, polietilene, poliamide. Proprietăți, aplicații.

6.8. Turnarea în rășini expoxidice a bobinajelor și izolatoarelor.

6.9. Izolatoare-clopot din sticlă călită. Performanțe, economii în comparație cu izolatoarele din porțelan.

6.10. Izolatoare de trecere de înaltă tensiune.

6.11. Rășini și lacuri din materiale sintetice. Elaborarea, tehnologia, proprietățile și utilizările materialelor siliconice, expoxidice, poliesterice etc.

6.12. Uleiul izolant. Determinarea caracteristicilor. Stabilitatea uleiurilor în condiții de exploatare.

6.13. Proprietățile și tehnologia prelucrării tolei laminate la rece. Construcția modernă a miezurilor magnetice.

7. DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE

7.1. Distribuția cu 4 fire rurală și de lumină pe stîlpi comuni. Reaprtizarea sarcinilor, dimensionarea.

7.2. Distribuția DCP. Sarcini, comportarea la defecte.

7.3. Stații și posturi cu celule prefabricate de distribuție interioară cu aparataj unificat.

7.4. Normalizarea unui sistem de panouri de joasă tensiune. Dimensionări, gabarite și asigurarea intersanjabilității.

7.5. Contactoare moderne. Studii și experimentări privind cinematica și comportarea la solicitări de durată. Uzura electrică a contactelor. Uzura mecanică. Comportarea la inversări dese.

7.6. Intreruptoare de înaltă tensiune. Performanțele camerelor de stingere elementare. Conexiunea și compunerea din elemente. Comparația tipului cu ulei puțin și cu aer comprimat. Comportarea în rețea. Stabilitatea față de solicitări speciale. Deconectarea defectului kilometric, a liniilor lungi, a capacităților și inductanțelor. Încercarea întreruptoarelor la puterea de rupere, metode sintetice de încercare.

7.7. Serii unitare de siguranțe fuzibile: cu bușon, rapide și cu întîrziere. Dimensionarea fuzibilului. Calculul încălzirii, experimentări asupra încălzirii.

7.8. Descărcătoare cu rezistență variabilă cu suflaj magnetic. Teoria și eficacitatea suflajului magnetic, Elaborarea de construcții noi cu performanțe superioare. Încercări pe modele.

7.9. Regulatoare de putere și frecvență în sisteme electrice. Studiul teoretic al comportării la transfer, constante de timp. Confirmări experimentale, propuneri pentru asimilări și pentru îmbunătățirea exploatării.

7.10. Reglajul tensiunii și curentului cu amplificatoare magnetice cu aplicații la alimentări cu tensiune constantă, la motoare sincrone, la agregate de alimentare a unor instalații speciale ca filtrele electrostatice etc.

8. MĂSURĂRI ELECTRICE

8.1. Oscilografe. Descrierea funcționării. aplicații speciale la înregistrarea fenomenelor tranzitorii rapide.

8.2. Sonde Hall pentru măsurarea curenților, puterii etc. Scheme și dispozitive. Precizia măsurătorilor.

9. UTILIZĂRI ELECTROTEHNICE

9.1. Tracțiunea electrică și Diesel-electrică. Sistemul cu frecvență industrială în firul de cale. Scheme electrice. Echipament electric cu performanțe ridicate.

9.2. Acționări electrice moderne, cu comandă automată statică (cu semiconductoare și amplificatoare magnetice). Aplicații la mașinile de ridicat, la troliile sondelor petroliere etc.

9.3. Electrochimia. Electroliza industrială. Instalații de alimentare cu curent continuu. Acumulatoare cu Pb și cu NiFe. Microacumulatoare, construcții noi și performanțe.

9.4. Electrocăldura. Aparate electrotermice casnice, construcții moderne și performanțe. Cuptoare electrice, tipuri moderne. Funcționare și reglare automată.

9.5. Iluminatul electric modern cu lămpi fluorescente. Scheme pentru conectarea și gruparea tuburilor. Calculul iluminatului de interior și exterior.

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, Laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ȘT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, Laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., Laureat al Premiului de Stat.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei și Construcțiilor de Mașini și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. — Redacția și administrația, București, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu. Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administrația revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice MMCM — cont 071149 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, București. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, București, c, 5153.

SOMMAIRE

CD 621.313.322.045.7 – 82

Nicolaide, A. C.: **Le calcul des paramètres des enroulements amortissants des machines synchrones à pôles saillants.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 1–10

L'auteur indique une méthode pour calculer les paramètres des enroulements amortissants des machines synchrones. Les différents paramètres de la machine synchrone sont exprimés par rapport au stator en conservant les simplifications et les approximations rencontrées habituellement dans la littérature technique. Pour établir les formules de calcul, on a considéré d'une manière correcte la non-uniformité de l'entrefer, l'effet des intervalles interpolaires, les fuites supplémentaires et l'impédance des anneaux de connexion. L'article indique aussi des formules de calcul simplifiées et des tableaux contenant les valeurs des coefficients qui interviennent dans ces formules dans la majorité des cas.

CD 621.313.322.016.25

Nedelcu, V. N.: **Considérations sur l'expression de la puissance réactive de la machine synchrone.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 11–13

Dans la littérature technique on exprime la puissance réactive de la machine synchrone à pôles saillants par les coordonnées d – q – 0. Les derniers temps on a accordé une attention spéciale à la puissance réactive instantanée. L'article démontre que la formule classique utilisée pour cette grandeur, dans un régime de complète assymétrie, ne représente pas la puissance réactive.

CD 621.315.623.71 :621.315.612.7

Popescu, Ch., Tănăsescu, Fl., Teiulescu D. et *Goldenberg, I.:* **Recherches sur la fabrication en Roumanie des isolateurs de suspension en verre trempé.**

Electrotehnica, *11*, (1963) No. 1, p. 14–22

Basés sur les recherches effectuées par l'Institut de Projets du Bâtiment et des Matériaux de Construction (IPCMC) en collaboration avec l'Institut de Recherches Electrotechniques (ICET), les auteurs ont élaboré la technologie de fabrication du premier type roumain d'isolateur en verre. Les résultats obtenus ont prouvé les caractéristiques électriques et mécaniques supérieures de cet isolateur. Étant donné qu'il a été réalisé seulement avec des matières premières indigènes, la fabrication présente d'importantes économies.

NOTES

CD 621.316.925.451 :538.632

Fränkel, D.: **Schémas pour des relais directionnels à générateurs Hall.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 23–26

Dans cet article on fait une analyse critique sur les schémas de compensation de la composante alternative de la tension Hall utilisée pour les relais directionnels de puissance basés sur des générateurs Hall. L'article propose un schéma pour le relais à un seul élément directionnel de puissance. On indique les résultats des expériences.

L'EXPÉRIENCE SOVIÉTIQUE

CD 621.313.323 :621.34.003.1

Siromiatnicov, I. A.: **Les avantages techniques et économiques des moteurs synchrones.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 27–30

EXTRAITS, p. 31–35

CHRONIQUE, p. 36–38

BRÈVES NOUVELLES, p. 38

PLAN THÉMATIQUE DE LA RÉVUE „ELECTROTEHNICA" POUR L'ANNÉE 1963, p. 39–40

CONTENTS

DC 621.313.322.045.7 – 82

Nicolaide A. C.: **Parameter calculation of damping windings of synchronous machines with salient poles.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1. p. 1 – 10

The author submits a calculation method for synchronous machine damping windings, underlining the plotting of the parameters to the stator and mentioning simplified and approximate methods found in the technical press. The calculation formula takes corectly into consideration the air-gap non-uniformity, the effect of interpolar interval, the additional losses and the impedance of the connecting rings. Some simplified calculation formulas and tables enclosing the values of the coefficients used in these formulas to be applied to the majority of the cases which can arise, are also presented.

DC 621.313.322.016.25.

Nedelcu V. N. : **Expressing wattless power of synchronous machines**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 11 – 13

In the technical press the wattless power of synchronous machines is expressed by the coordinates d – q – o. Lately a special attention was given to the so-called instantaneous wattless power. This article mentions that the classical formula used for this value in a completely non-symmetrical regime, does not represent wattless power.

DC 621.315.623.71 :621.315.612.7

Popescu Ch., Tănăsescu, Fl., Tenţulescu D. and *Goldenberg I.* : **Investigations made about the manufacturing in Rumania of hardened glass suspension insulators.**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 14 – 22

The manufacturing technology of the first rumanian type of glass insulator was established according to the investigations carried out by the Planning Institute for Construction and Construction Materials (IPCMC) colaborating with the Institute for Electrotechnical Investigations (ICET). The results proved the superior mechanical and electrical characteristics of this insulator, which being fabricated by using only home-found raw materials, allows important savings.

NOTES

DC 621.316.925.451 :538.632.

Fränkel D. : **Circuits of directional relays with Hall generators.**

Electrotehnica *11* (1963) No. 1, p. 23 – 26

In this article are discussed the compensating diagrams of the alternative component of Hall voltage used in directional power relays based on Hall generators. The author proposes a diagram for a relay with a single directional element and presents experimental results.

SOVIET UNION EXPERIENCE

DC 621.313.323 :621.34.003.1

Siromiatnicov I. A. : **Technical and economical advantages of synchronous machines**

Electrotehnica, *11* (1963) No. 1, p. 27 – 30

ABSTRACTS, p. 31 – 35

CRONICLE, p. 36 – 38

BRIEF NEWS, p. 38

THE THEMATICS OF THE „ELECTROTEHNICA"

REVIEW IN 1963, p. 39 – 40

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 620.19 PROTECȚIA MATERIALELOR

CZ 621.3 :620.197 :551.5

Baev, A. V. ș.a. :

Condițiile de lucru ale utilajului electric în execuția tropicală în funcție de temperatura mediului ambiant. In : Vestn. Elektroprom. 33, nr. 7, iul. 1962, p. 30—35, 3 fig., 5 tab., 7 ref. bibl.

CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.2

Donnelly, W. :

Mașini de curent continuu. Revista progreselor în timp de zece ani. În : Proc. Instn. electr. Engrs. (Part. A) 109, febr. 1962, p. 45—46.

CZ 621.313.2.047.2/5

Pavelko, A. N. :

Despre vibrațiile periilor. În : Vestn. Elektroprom. 33, nr. 7, iul. 1962, p. 54—57, 4 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.313.32.011,005

Siunov, S. M. ș. a. :

Determinarea pe cale experimentală a parametrilor mașinilor sincrone prin metoda frecvenței. In : Vestn. Elektroprom. 33, nr. 7, iul. 1962, p. 48—51, 4 fig.

CZ 621.313.32.04—233.1

Canay, M. :

Metode de determinare a mărimii transversale a mașinilor sincrone. In : E.u.M. 79, 15 ian., 1962, p. 25—31, 5 fig.

CZ 621.313.333.011 : 621.317.3/4

Pawluk, K. :

Metodă statistică de măsurare a constantelor de timp și reactanțele mașinii asincrone. In : Rev. Gen. Electr. 46, nr. 6, iunie 1962, p. 303—313., 5 fig., 2 tab., 9 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMATOARE, CONVERTIZOARE, REDRESOARE

CZ 621.314.017.72

Cerretelli, B. :

Studiul comparativ asupra răcirii termodinamice prin aer a transformatoarelor mari cu circulație forțată a uleiului. In : Elettrotecnica 48, mai 1961, p. 325—330, 2 fig., 1 tab.

CZ 621.314.017.72

Sogni, G. :

Metode și sisteme de răcire a tipurilor termodinamice ale mașinilor electrice, statice și turnante. În : Elettrotecnica 48, mai 1961, p. 315—324, 10 fig.

CZ 621.314.63

Kroczek, I. și *Kodes, J.* :

Imbătrînirea redresoarelor cu siliciu. In : Elektrotechn. Obz. 51, nr. 2, febr. 1962, p. 64—67, 1 fig., 1 ref. bibl.

CZ 621.314.63 :621.382.3 : 621.375.3

Garin, J. F. :

Comanda tiratroanelor semiconductoare prin amplificatoare magnetice. In : Electron. Ind. nr. 50, ian. 1962, p. 10—14, 13 fig.

CZ 621.314.63.013.8

Zdrok, G. A. :

Despre funcționarea diodelor semiconductoare în circuitele de inducție de curent continuu. In : Vestn. Elektroprom. 33, nr. 6, iun. 1962, p. 52—57, 8 fig., 5 ref. bibl.

CZ 621.315.1 CONDUCTOARE

CZ 621.315.6 MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.1.056.5

Nikoforov, P. E. :

Influența cîmpului electric variabil asupra greutății depunerilor de polei pe conductorul liniei electrice. In : Elektricestvo 82, nr. 6, iun. 1962, p. 52—57, 9 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.315.616

Dobrer, K. E. :

Legile de străpungere şi rigiditate dielectrică ale izolaţiei epoxid ce turnate. In : Elektricestvo 82, nr. 6, iun. 1962, p. 66—72, 12 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.315.616.9 :678.496.06

Imhaf, A. :

Utilizarea spumelor de material plastic în tehnica tensiunilor înalte. În : STZ 59, nr. 9, 1 mai 1962, p. 157—168, 18 fig., 3 tab., 9 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA SI REGLAJUL ENERGIEI, COMUTAŢIE, INTRERUPTOARE

CZ 621.316.11 :681.142

Denmead, K. J. şi *Brameller, A.* :

Citeva metode perfecţionate pentru analiza numerică a reţelei. In : Proc. Instn. elect. Engrs. (Part. A) 109, febr. 1962, p. 109—116, 3 fig., 1 tab.

CZ 621.316.57.066.6.019.3

Franken, H. :

Securitatea contactelor în comanda industrială. In : Elektrotech. Z. (ETZ — B) 14, nr. 13, 25 iun. 1962, p. 349—353, 5 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.316.718.5.083.722

Leonard, W. şi *Müller, V.* :

Regulator de viteză digital cu acţiune continuă. In : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) 83, nr. 12, 4 iun. 1962, p. 381—387, 11 fig., 8 ref. bibl.

CZ 621.316.722.1.024.551.3

Korn, J. :

Menţinerea la valoarea constantă tensiunea continuă cu ajutorul reglajului din două puncte. In : Elektrotech. Z. (ETZ-A) 83, nr. 12, 4 iun. 1962, p. 395—401, 11 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.317 MASURARI ELECTRICE

CZ 621.317.331 :537.562

Blanc, D. ş.a. :

Intrebuinţarea camerelor de ionizare ca surse de curent. Aplicarea la măsurarea rezistenţelor electrice ridicate. In : Rev. Gen. Electr. 46, nr. 6, iun. 1962, p. 319—324, 13 fig., 8 ref. bibl.

CZ 621.317.4 :538.65

George, R. W. ş. a. :

Magnetostricţiunea în tolele fer-siliciu cu cristale orientate. In : Proc. Instn. elect. Engrs. (Part. A) 109, febr. 1962, p. 101—108, 12 fig.

CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR, RELEE

CZ 621.318.124

Henniger, H. şi *Glitschka, H.* :

Ferite de mare permeabilitate iniţială cu zinc-mangan şi cu zinc-nichel. In : Nachr. Techn. 12, nr. 3, mart. 1962, p. 105—108, 8 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CZ 621.318.24.001.57

Bulgakov, V. M. :

Modelarea magneţilor permanenţi cu epruvete în formă de pulberi. In : Vestn. Elektroprom. 33, nr. 7, iul. 1962, p. 69—71, 4 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.318.3

Pekker, I. I. :

Date experimentale pentru alegerea dimensiunilor electromagneţilor de curent continuu. In : Izv. vîsş. ucebn. Zavedenii Elektromehanica, 4, 1961, p. 56—65, 3 fig. 11 tab., 5 ref. bibl.

CZ 621.318.56

Liehig, A. :

Relee fără armătură de reglare. In : Elektrotech. Z. (ETZ-B) 14, nr. 13, 25 iun. 1962, p. 354—356, 7 fig.

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt : de importanţă generală, tehnico-ştiinţifice speciale, teoretice sau experimentale şi tehnice obişnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. — îndeosebi introducerea tehnicii noi, ridicarea calităţii produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învăţămînt, producţie este condiţia esenţială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuţie să se refere la probleme noi şi actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde consideraţii privind eficienţa economică a soluţiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parţial nu pot fi trimise redacţiei spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată şi cadrul în care este tratată nedepăşind 4—5 rînduri, va fi anexat lucrării.

6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei şi în preocupările producţiei : de asemenea, se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuţia autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permiţînd inteligibilitatea fără dificultăţi a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstraţii voluminoase : de asemenea, se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultatele obţinute cu indicarea limitei de valabilitate şi aplicaţiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmaţiile luate din alte lucrări şi care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înţelegerii raţionamentului.

10. Se recomandă o atenţie deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii şi exponenţii se vor scrie mai mici decît baza şi aşezaţi mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît şi figuri sau tabele), atît cele speciale cît şi cele generale. Se vor indica toate datele în transcripţii originale. Pentru cărţi : numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet (eventual şi tradus în paranteză), ediţia, editorul, locul editurii, anul. Pertu articole : numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet original (eventual şi tradus în paranteză), revista, volumul luna şi numărul, anul, paginile.

12. Scrisul la maşină al articolelor este recomandat cu insistenţă, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină faţă, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

13. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicaţii.

14. Articolele se trimit cu o notă însoţitoare pe adresa redacţiei. În notă se vor indica : titluri, funcţii, localitatea şi adresa domiciliului, număr de telefon.

15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituţii sau organizaţii vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură faţă de manuscris.

Către cititorii noştri

În scopul mobilizării inginerilor şi tehnicienilor noştri în vederea îndeplinirii cu succes a sarcinilor măreţe trasate de cel de-al III-lea Congres al P.M.R., îndeosebi pentru introducerea tehnicii noi, îmbunătăţirea produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii, comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri privind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi aspectului grafic al revistei noastre. Unele dintre aceste măsuri necesită explicaţii şi îndrumări pentru a putea fi aplicate în mod raţional. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei noastre.

Revista cuprinde următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond conţine : articole, note, discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronică. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori cu scopul ca partea de fond să se detaşeze, să se lege, formînd colecţia revistei.

1.1. Articole. Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimentele politice, economice şi tehnice de importanţă mare.

Articole tehnico-ştiinţifice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză ; se publică în condiţiile comunicate autorilor. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională, destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care, împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba română şi în patru limbi străine, permite identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În acelaşi timp, sumarele pe fişe (vezi mai jos) şi tabelele de materii anuale pe cinci ani etc. dau posibilitatea găsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de orginalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.

1.3. Discuţii asupra unor lucrări sau articole apărute, arătînd poziţia luată în problema respectivă şi răspunsul dat, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitatea în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.

1.4. Referatele sînt rezumate obiective (necifrate) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate, care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).

1.5. Recenziile sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, disertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie dintre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.

1.6. Norme şi standarde constituie o rubrică de prezentare a ultimelor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde în ţară şi străinătate (norme internaţionale).

1.7. Cronica serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul respectiv : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.

2. Partea documentară a revistei este mult amplificată faţă de trecut, avînd în vedere nevoia actuală de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor.

2.1. Sumarele sînt redactate în patru limbi, sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane (care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr), ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale.

2.2. Titlurile unor articole recente din periodicele din ţară şi străinătate care pot prezenta interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4).

3. Inseratele sînt :

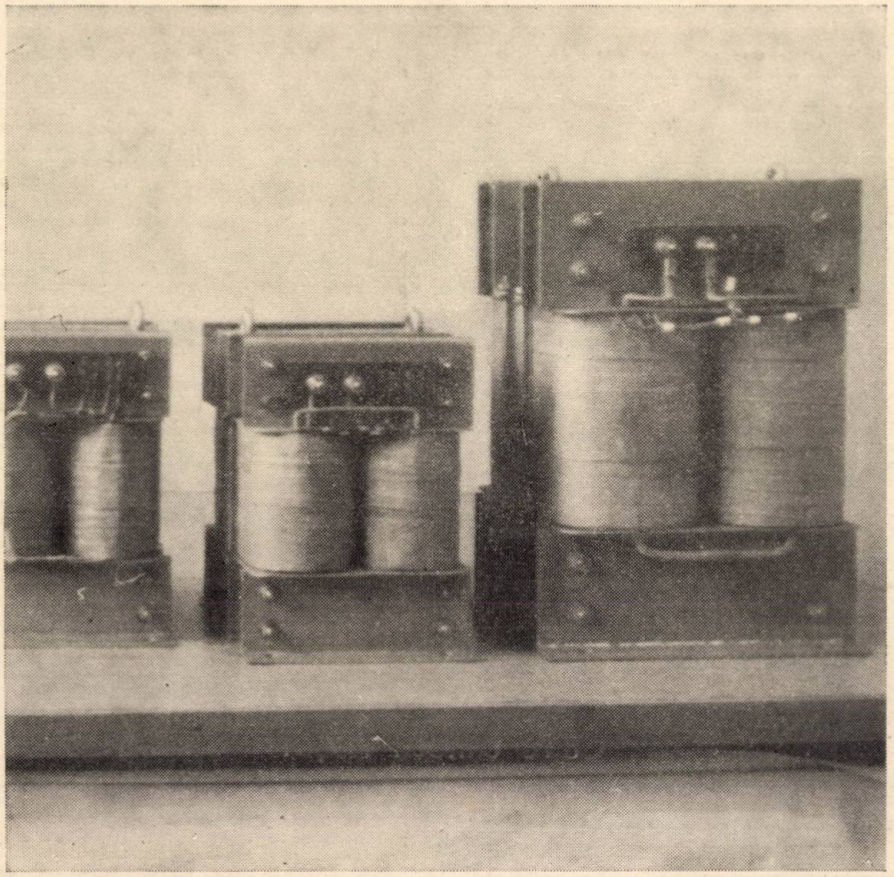
3.1. Anunţuri de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.

3.2. Reclame şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi din ţară şi străinătate.

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră ca prin aceste măsuri să fi acţionat în interesul cititorilor şi îşi propune ca obiectiv să facă revista cît mai utilă şi mai interesantă.

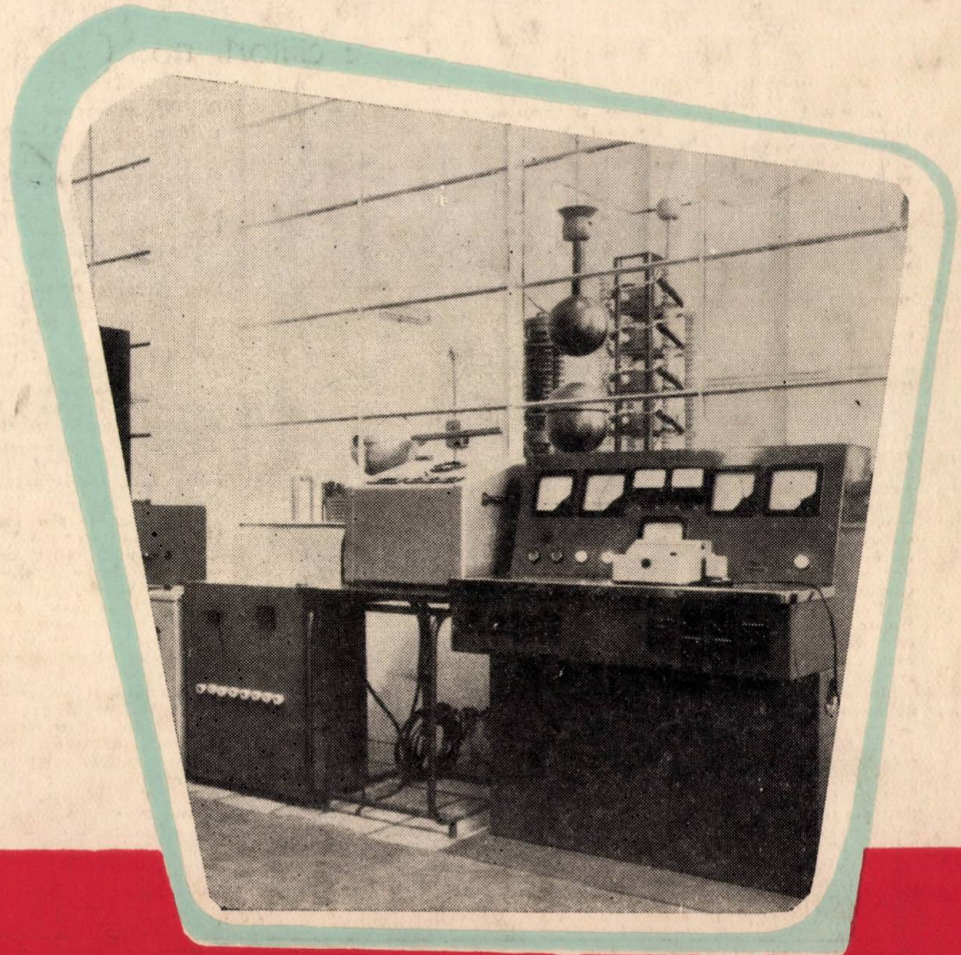
1883



E 2040

ELECTROTEHNICA

REFERAT



2

Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 11 ★ nr. 2 ★ p. 41 — 80 ★ februarie 1963

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt : de importanţă generală, tehnico-ştiinţifice speciale, teoretice sau experimentale şi tehnice obişnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. îndeosebi introducerea tehnicii noi, ridicarea calităţii produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învăţămînt, producţie este condiţia esenţială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuţie să se refere la probleme noi şi actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde consideraţii privind eficienţa economică a soluţiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parţial nu pot fi trimise redacţiei spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată şi cadrul în care este tratată, nedepăşind 4—5 rînduri, va fi anexat lucrării.

6. In introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei şi în preocupările producţiei ; de asemenea, se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuţia autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permiţînd inteligibilitatea fără dificultăţi a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstraţii voluminoase ; de asemenea, se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultate obţinute cu indicarea limitei de valabilitate şi aplicaţiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmaţiile luate din alte lucrări şi care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltările materiale vor fi limitate la cele absolut necesare înţelegerii raţionamentului.

10. Se recomandă o atenţie deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii şi exponenţii se vor scrie mai mici decît baza şi aşezaţi mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît şi figuri sau tabele), atît cele speciale cît şi cele generale. Se vor indica toate datele în transcripţii originale. Pentru cărţi : numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual şi tradus în paranteză), ediţia, editorul, locul editurii, anul. Pentru articole : numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual şi tradus în paranteză), revista, volumul, numărul, luna şi anul, paginile.

12. Scrisul la maşină al articolelor este recomandat cu insistenţă, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină faţă, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

13. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicaţii.

14. Articolele se trimit cu o notă însoţitoare pe adresa redacţiei. In notă se vor indica : titluri, funcţii, localitatea şi adresa domiciliului, număr de telefon.

15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituţii sau organizaţii vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vitoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură faţă de manuscris.

Către cititorii noştri

In scopul mobilizării inginerilor şi tehnicienilor noştri în vederea îndeplinirii cu succes a sarcinilor măreţe trasate de cel de-al III-lea Congres al P.M.R., îndeosebi pentru introducerea tehnicii noi, îmbunătăţirea produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii, comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri privind îmbunătăţirea conţinutului şi aspectului grafic al revistei noastre. Unele dintre aceste măsuri necesită explicaţii şi îndrumare pentru a putea fi aplicate în mod raţional. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista cuprinde următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond conţine : articole, note, discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde, şi cronică. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze, să se lege, formînd colecţia revistei.

1.1. Articole. Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimentele politice, economice şi tehnice de importanţă mare.

Articolele tehnico-ştiinţifice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză ; se publică în condiţiile comunicate autorilor. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională, destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri de articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care, împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba romînă şi în patru limbi străine, permite identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba romînă.

In acelaşi timp, sumarele pe fişe (vezi mai jos) şi tabelele de materii anuale pe cinci ani etc. dau posibilitatea găsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.

1.3. Discuţii asupra unor lucrări sau articole apărute, arătînd poziţia luată în problema respectivă şi răspunsul dat, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitatea în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.

1.4. Referatele sînt rezumate obiective (necifrice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate, care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).

1.5. Recenziile sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, disertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie dintre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.

1.6. Normele şi standardele constituie o rubrică de prezentare a ultimelor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde în ţară şi străinătate (norme internaţionale).

1.7. Cronica serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul respectiv : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.

2. Partea documentară a revistei este mult amplificată faţă de trecut, avînd în vedere nevoia actuală de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor.

2.1. Sumarele sînt redactate în patru limbi, sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr), ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale.

2.2. Titlurile unor articole recente din periodicele din ţară şi străinătate care pot prezenta interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4).

3. Inseratele sînt :

3.1 Anunţuri de evenimente şi apeluri către citiori sau autori.

3.2. Reclame şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi din ţară şi străinătate.

Condiţiile pentru inserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră ca prin aceste măsuri să fi, acţionat în interesul cititorilor şi îşi propune ca obiectiv să facă revista cît mai utilă şi mai interesantă.

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 2 februarie 1963

CUPRINS

CZ 621.313.322.001.6

Corlăţeanu, V.: **Tendinţe noi în proiectarea şi construcţia maşinilor sincrone de putere mare**

Electrotehnica **11** (1963) nr. 2 p. 41–49

Literatura tehnică conţine numeroase indicaţii tehnico-economice asupra noilor tipuri construite de maşini sincrone de mare putere. În prezenta lucrare se sintetizează, din punctul de vedere al constructorului şi al exploatării, noile tendinţe în alegerea parametrilor de funcţionare. Se dau numeroase exemple pentru ilustrarea acestor tendinţe.

CZ 621.313.1 : 534.62

Bichir, N. I.: **Studiul zgomotului maşinilor electrice**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 2, p. 50–57

Se prezintă probleme acustice şi sursele de zgomot ale maşinilor electrice. Se arată construcţia camerei surde la ICET şi instrumentele speciale de înregistrare, după care se trece la metodele experimentale de studiu al zgomotului. Apoi se expun metodele practice de separare a zgomotelor şi modul de interpretare a rezultatelor obţinute.

CZ 621.314.224.3 : 621.315.616.96

Baştiurea, Gh. şi *Nistor, Gh.*: **Transformatoare de curent izolate în răşini de turnare**

Electrotehnica **11** (1963) nr. 2, p. 58–66

Un progres important a fost realizat în tehnica construcţiei transformatoarelor de măsurat prin înlocuirea izolanţilor clasici (ulei, porţelan) cu o răşină sintetică de turnare. În articol se tratează aspectul economic şi tehnic al problemei, insistîndu-se asupra tehnologiei izolării în răşină a transformatoarelor.

CZ 621.316.57.064.3

Marinescu, I.: **Încercarea în reţea a întreruptorului IUP-10 la putere de rupere**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 2, p. 67–72

Cu ocazia încercărilor la putere de rupere a unui întreruptor IUP-10 deşi nu s-a atins puterea nominală la nici o probă, totuşi acestea au arătat că întreruptorul prezintă o uzură apreciabilă, ceea ce duce la concluzia că în condiţiile de încercare impuse de norme şi la putere nominală, întreruptorul nu ar funcţiona corect. Se propune încercarea după program a întreruptorului IUP-10, încercare care trebuie să elucideze problema puterii de rupere şi prin concluziile trase să fie de un real folos în exploatare.

CZ 621.316.842 : 621.315.612.7

Greceanu, M., Antohi, C. şi *Marcus, B.*: **Tehnologia rezistenţelor bobinate acoperite cu email sticlos**

Electrotehnica **11** (1963) nr. 2, p. 83–76

Se stabileşte compoziţia unui email pentru rezistenţe bobinate emailate, precum şi parametrii tehnologici de realizare a rezistenţei în ansamblu. Reproductibilitatea procedeelor elaborate în cercetare a fost verificată în practică; de asemenea au fost confirmate soluţiile tehnologice alese.

DIN EXPERIENŢA U.R.S.S. p. 77

REFERATE, p. 77–80

SCURTE ŞTIRI, p. 80

Fotografia de pe coperta I reprezintă montarea unui divizor de tensiune în circuitul generatorului de impuls de 1 MV la ICET, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă o platformă de încercarea complexă a siguranţelor de mare putere, de rupere la ICET.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.313.322.011.6

Corlăţeanu V.: **Новые направления в проектировании и конструкции синхронных машин большой мощности**
Electrotehnica, **11** (1963) № 2, стр. 41–49

В технической литературе много технико-экономических указаний в связи с новыми типами построенных синхронных машин большой мощности. В настоящей работе синтетизируются, с точки зрения конструкции и эксплуатации, новые направления в выборе рабочих параметров. Эти направления иллюстрируются многочисленными примерами.

ДК 621.313.1 : 543.62

Bichir N. I.: **Изучение шума электрических машин**
Electrotehnica, **11** (1962) № 2, стр. 50–56

Представляются вопросы акустики и источники шума электрических машин. Показываются конструкция глухой камеры в ICET-е и специальные регистрационные приборы; затем автор переходит к экспериментальным методам изучения шума. Излагаются практические методы разделения шумов и толкование полученных результатов.

ДК 621.1314.224.3.262.651.316.169

Baştiurea, G., и *Victor, Gh.*: **Трансформаторы тока, изолированные в отлитой смоле.**
Electrotehnica **11** (1962) № 2, стр. 58–66

В технике конструкции измерительных трансформаторов было достигнуто существенное достижение, в результате замены классических изоляторов (мало, ифарфор) специальной синтетической смолой. В статье рассматривается экономическая и техническая сторона вопроса, причем особое внимание уделяется технологии изолирования трансформаторов смолой.

ДК 621.316.57.064.3

Marinescu, I.: **Испытание в сети выключателя IUP-10 на мощность отключения.**
Electrotehnica, **11** (1963) № 2, стр. 67–72

Испытания на мощность отключения выключателя IUP—10, хотя ни в одном случае не достигли номинальной мощности, все же они показали, что выключатель подвергается значительному износу, что приводит к выводу, что в условиях испытаний, установленных нормами, и при номинальной мощности выключатель не работал бы правильно. Предлагается испытание по программе выключател IUP —10, которое должно выяснить вопрос мощности отключения и получения результатов действительно полезных для эксплуатации.

ДК 621.313.842 : 621.315.612.7

Greceanu, M., Antohi, C. и *Marcus, B.*: **Технология проволочных сопротивлений, покрытых стекловидной эмалью.**
Electrotehnica **11** (1962) № 2, стр. 73–76

Устанавливается состав эмал и для эмалированных проволочных сопротивлений, а также технологические параметры производства сопротивлений. Воспроизводимость разработанных способов была проведена на практике. Вместе с тем подтвердились выбранные технологические решения.

ИЗ ОПЫТА С.С.С.Р., стр. 77
РЕФЕРАТЫ, стр. 77–80
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, стр. 80

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.322.001.6

Corlăţeanu, V. : **Neue Bestrebungen in der Planung und im Bau synchroner Maschinen grosser Leistung**

Electrotehnica **11** (1963) H. 2, S. 41–49

Das technische Schrifttum enthält zahlreiche technische und wirtschaftliche Angaben über neue Bautypen von synchronen Maschinen grosser Leistung. Der Verfasser unternimt im Aufsatz eine Synthese der letzten Entwicklungen bezüglich der Wahl der Betriebsparameter. Es werden zahlreiche Beispiele als Beleg der Bestrebungen angeführt.

DK 621.313.1 : 534.62

Bichir, N. I. : **Untersuchung des Lärms elektrischer Maschinen**

Electrotehnica **11** (1963) H. 2, S. 50–57

Nach einer kurzen Darstellung der akustischen Fragen und der Entstehungsursachen des Lärms elektrischer Maschinen, werden die, in Rahmen der im schalltoten Raum des Instituts für elektrotechnische Forschungen (ICET) vorgenommen Untersuchungen, die angewendeten Verfahren zur Registrierung und Trennung des Lärms sowie zur Auswertung der Ergebnisse erörtert.

DK 621.314.224.3 : 621.315.616.96

Baştiurea, Gh. und *Nistor, Gh.* : **Stromwandler mit gegossener Harzisolation**

Electrotehnica **11** (1963) H. 2, S. 58–66

Durch das Ersetzen der gebräuchlichen Isolation (Öl, Porzellan) durch gegossenes Kunstharz wurde in der Bauweise der Messwandler ein bedeutender Fortschritt erzielt. Im Aufsatz werden wirtschaftliche und technische Fragen behandelt und die Verfahrenstechnik der gegossenen Isolation der Wandler näher untersucht.

DK 621.316.57.064.3

Marinescu, I. :**Kurzschluss-Schaltleistungsversuche mit einem Schalter Bautype IUP-10 im Netz**

Electrotehnica **11** (1063) H. 2, S. 67–72

Mit einem Schalter Bautype IUP-10 im Netz vorgenommene Kurzschlussschaltleistungsversuche ergaben wesentliche Verschleisserscheinungen, obwohl die Proben unterhalb der Nennleistung stattfanden. Es wird ein neues Versuchsprogramm für IUP-10-Schalter vorgeschlagen, zwecks Klärung der Frage der Kurzschlussschaltleistung, deren Folgerungen den Betrieben eine wesentliche Hilfe bringen würde.

DK 621.316.842 : 621.315.612.7

Greceanu, M., Antohi, C. und *Marcus, B.* **Die Herstellungsverfahren der mit Glasemaille überzogenen gewickelten Widerstände.**

Electrotehnica **11** (1963) H. 2, S. 73–76

Es wird die Zusammensetzung eines Emaills für gewickelte emaillierte Widerstände, sowie die Grundzüge der Herstellungsverfahren von Widerständen im allgemeinen dargelegt. Die Wiederholung der durch die Untersuchungen ermittelten Verfahren wurde in der Praxis erprobt und die gewählten technologischen Lösungen bestätigt.

AUS DER ERFAHRUNG DER U.d.S.S.R., S. 77

REFERATE, S. 77–80

KURZBERICHTE, S. 80

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Anul 11 nr. 2 Bucureşti, februarie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

Tendinţe noi în proiectarea şi construcţia maşinilor sincrone de putere mare

Vasile Corlăţeanu — Bucureşti*

Se prezintă soluţii noi în proiectarea şi construcţia maşinilor sincrone de mare putere. Se dau indicaţii asupra alegerii principalilor parametri şi se arată influenţa variaţiei lor. Se dau numeroase exemple pentru ilustrarea soluţiilor prezentate.

CZ 621.313.322.001.6

1. Introducere

Pe plan mondial, cantitatea de energie electrică şi posibilitatea de a fi transmisă la distanţe mari a crescut neîncetat astfel încît avîntul electrificării are un ritm din ce în ce mai susţinut. Acest fapt a dus la creşterea puterii unitare a generatoarelor şi a tensiunii reţelelor electrice. Problemele teoretice şi constructive au devenit mai complexe, iar soluţiile adoptate se găsesc de multe ori într-un stadiu experimental.

Una dintre problemele dificile care se pune în mod continuu pentru maşinile sincrone de mare putere este nedepăşirea unui anume gabarit, deci a unei anume greutăţi care ar face imposibilă transportarea maşinii de la fabrica constructoare la sediul centralelor electrice.

Creşterea greutăţii turboalternatoarelor fără a creşte prea mult statorul se face mărind procentajul materialelor active, mărind încărcarea electrică specifică, mărind răcirea şi scoţînd maximum de profit din reducerea raportului de scurtcircuit prin folosirea noilor modele de regulatoare de tensiune cu acţiune rapidă. Creşterea încărcării alternatoarelor este însoţită însă de o mică reducere a randamentului generatorului şi de o creştere considerabilă a reactanţei sale. Randamentul se compensează de cele mai multe ori prin creşterea randamentului de partea turbinei.

Alegerea parametrilor hidrogeneratoarelor este o problemă mult mai complexă şi depinde foarte mult de condiţiile locale de funcţionare ale maşinii. Aproape fiecare hidrogenerator construit reprezintă un caz particular.

Lucrarea propriu-zisă conţine trei părţi în care se dau indicaţii asupra principalilor parametri electrici şi constructivi, ca urmare a necesităţilor constructive şi de exploatare privite sub aspect economic.

În prima parte se vor da indicaţii pentru alegerea principalilor parametri ai maşinii sincrone. În partea a doua se arată influenţa variaţiei acestor parametri atît pentru maşină cît şi pentru reţeaua electrică. Într-o lucrare viitoare se vor prezenta tendinţele actuale în alegerea sistemelor de excitaţie şi de reglaj.

Studiul prezintă importanţă pentru industria electrotehnică din R.P.R., care se găseşte în stadiul de asimilare a construcţiei de turbo- şi hidrogeneratoare pînă la 75 MVA şi care trebuie să se încadreze la nivelul performanţelor mondiale precum şi pentru proiectarea reţelelor electrice în condiţii optime de funcţionare.

2. Alegerea parametrilor de funcţionare din considerente tehnice şi economice

2.1. *Valoarea tensiunii.* Pentru maşinile sincrone de putere mijlocie şi mare nu s-a ajuns la o normalizare a alegerii valorii tensiunii. În principiu valoarea tensiunii se alege de la 6 la 24 kV, în funcţie de puterea alternatoarelor şi de posibilităţile constructive. Uneori această tensiune este prescrisă de exploatare în funcţie de caracteristicile transformatoarelor ridicătoare de tensiune.

În U.R.S.S. s-a ales scara 6,3 ; 10,5 ; 13,8 ; 15,75 ; 18 kV pentru maşini pînă la 200 MW şi 18—24kV pentru maşini de 200, 300 şi 500 MW.

În prezent CEI şi asociaţia CIGRE se preocupă de posibilitatea normalizării valorilor tensiunilor.

* Prof. dr. ing. *V. Corlăţeanu* este specialist la ISPE—Bucureşti.

În multe țări se admite o variație a tensiunii pînă la ±10% cu o mărire a încălzirii de 10%. În acest caz mașina va avea o greutate pînă la 7% mai mare.

2.2. *Alegerea puterii.* Comisia Electrotehnică Internațională [1] face următoarele recomandări pentru alegerea puterilor turboalternatoarelor:

Alternatoare răcite cu aer

MW	10	12	16	25	40	50
MVA	12,5	15	20	31,25	50	62,5

Alternatoare răcite cu hidrogen

MW	25	40	50	63	80	100	125
MVA	31,25	50	62,5	78,75	100	125	156,25
MW	160	200	250	320	400		
MVA	188	235	294	376	470		

Cu toată această recomandare CEI, majoritatea țărilor nu respectă scara citată.

În U.R.S.S. și țările de democrație populară se tinde a se construi după următoarea scară de puteri: 50, 100, 150, 200, 300, 500 și 1 000 MW.

Tendința actuală de a construi generatoare sincrone de puteri din ce în ce mai mari pune probleme delicate de natură constructivă, care nu permit de la primele prototipuri încadrarea în norme.

La ultima sesiune CIGRÉ s-a propus a se limita numărul scărilor admise, etajînd puterile după o progresie geometrică cu rația 1,6 în loc de 1,25. La grupele foarte mari se va lăsa liberă alegerea puterii, din motive de realizare și de transport.

Există tendința de a se admite funcționări cu o putere mai mare cu 10% decît cea nominală, prin mărirea presiunii hidrogenului sau, pe timp de scurtă durată, prin acceptarea unei supraîncălziri.

La hidrogeneratoare, dat fiind marea lor varietate, nu s-a ajuns la stabilirea unei scări de puteri.

2.3. *Factorul de putere.* Tendința actuală este de a se alege $\cos\varphi = 0{,}8$ pînă la 50 MW, $\cos\varphi = 0{,}85$ pînă la 150 MW și peste această valoare $\cos\varphi = 0{,}9$. Pentru unități izolate se alege $\cos\varphi = 1$.

2.4. *Raportul de scurtcircuit.* Recomandările CEI [1] fixează pentru mașini sincrone pînă la 200 MW, $K_{sc} = 0{,}47 - 0{,}63$, iar peste 200 MW $K_{sc} = 0{,}42 - 0{,}58$.

2.5. *Reactanțe tranzitorii.* În U.R.S.S. valorile reactanțelor [2] sînt alese din considerente economice iar stabilitatea este rezolvată prin supraexcitare sau prin alte mijloace. Valorile alese se vor găsi între următoarele limite:

	X'_d (nesat.)	X''_d (sat.)
înfășurări clasice (H)	0,20—0,30	0,10—0,15
înfășurări cu răcire internă	0,27—0,32	0,17—0,22

În R. F. G. se adoptă următoarele valori:

	X'_d (nesat.)	X''_d (sat.)
răcire cu aer	0,18	0,12
răcire internă rotor	0,22	0,15
răcire internă stator și rotor	0,30	0,20

Pentru rețelele aglomerate nu se consideră necesar a se reduce reactanța X'_d datorită stabilității.

În Elveția datele alese sînt:

	X'_d (nesat)	X''_d (sat)
răcire clasică	0,18—0,20	0,12—0,19
răcire internă stator	0,23—0,31	0,15—0,23

Recomandările CEI [1] fixează ca limită inferioară pentru reactanța supratranzitorie valoarea de 10%.

2.6. *Constanta de accelerare.* După vocabularul electrotenic internațional, constanta de accelerare este timpul de punere în viteză sub cuplul nominal. Pentru turboalternatoarele răcite în mod clasic se aleg valori cuprinse între limitele 3—5 s, iar în cazul folosirii unui sistem modern de răcire 2—3 s. Valorile mai mici se aleg pentru cele mai mari puteri.

Constanta de accelerare a grupelor turbină-generator se alege în limitele 6—10 s.

2.7. *Pierderi.* În U.R.S.S. pentru turboalternatoare valoarea capitalizată Z a kW de pierderi în ruble se calculează cu formula:

$$Z = K(\rho_n + \rho_a) + 0{,}1\ Tb(K_t \rho_n + C_T),$$

unde:

K reprezintă investiții pe kW de pierderi;
T — numărul de ore de funcționare la plină sarcină;
ρ_a, ρ_n — cheltuieli de depreciere, dobînzi etc.;
b — consum specific de combustibil, kg/kWh;
K_t — investiții și preț de transport pe tonă combustibil;
C_T — costul tonei de combustibil.

Cu această relație valorile vor fi 8 000 ore pe an pentru pierderile în gol și 6 000 ore pe an pentru pierderile în sarcină.

În Franța [2] se ține seama de utilizarea degresivă a centralelor termice în cursul vieții lor și astfel sarcina financiară pe kW pierdut este echivalentă cu costul a 35 000 kWh în momentul inițial. Acest mod de calcul conduce la prețul de 1 800 franci noi de kW de pierderi sau de 52 ori prețul pe kW al unui alternator de 125 kW.

În Italia [2] la de 75 ori prețul pe kW la alternatoarele de 140 MW.

3. Influența variației parametrilor de funcționare a mașinii sincrone

3.1. *Considerații generale.* În acest capitol se va examina influența diverșilor parametri electrici luați izolat sau în dependență unul de altul, atît asupra dimensionării mașinilor sincrone cît și asupra realizării celor mai bune performanțe. Rolul diverșilor parametri în funcționarea mașinii sincrone este arătat în tabela 1.

Tabela 1

Influența parametrilor

Raport de scurtcircuit (K_{sc})	stabilitate statică
Reactanțe sincrone (X_d, X_q)	stabilitate statică
Reactanțe tranzitorii (X'_d, X'_q)	stabilitate dinamică
Reactanța subtranzitorie (X''_d)	regim nominal al disjunctorului
Constanta de timp a inductorului (T'_{d0})	stabilitate în general
Reactanța de secvență inversă (X_i)	încălzirea rotorului
Constanta de inerție (J)	stabilitate dinamică, supratensiuni, reglare la supraviteze.

În literatură [3, 4] se semnalează că valorile reactanțelor și constantelor de timp determinate experimental diferă destul de mult față de valorile deduse din proiectare, ceea ce face ca uneori concluziile teoretice asupra funcționării mașinii să nu coincidă cu realitatea din exploatare.

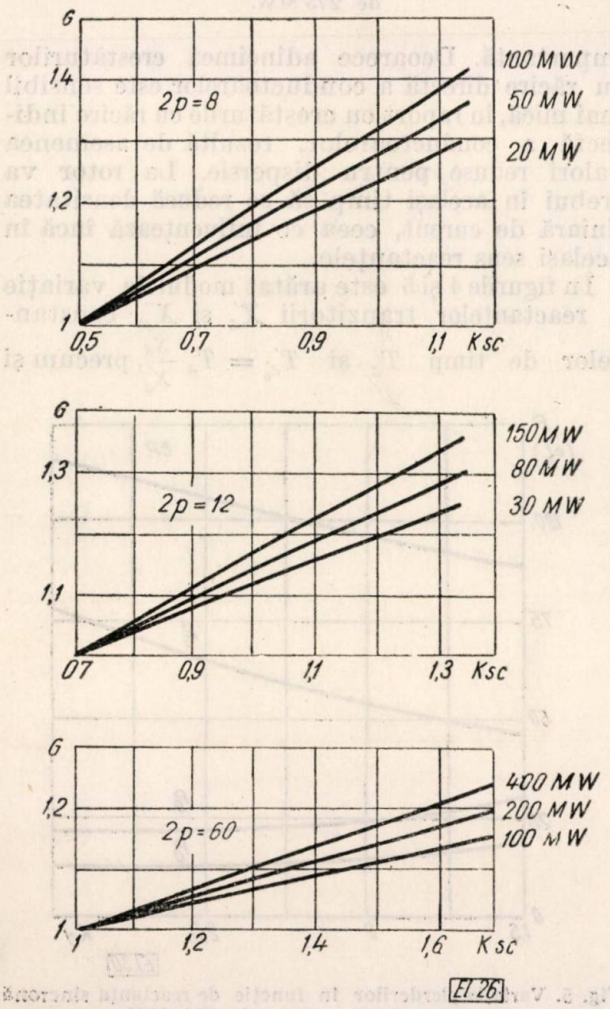


Fig. 1. Influența raportului de scurtcircuit asupra greutății.

3.2. *Raportul de scurtcircuit.* La o mașină sincronă alegerea raportului de scurtcircuit K_{sc} se face din aceleași puncte de vedere ca și alegerea reactanței sincrone X_d.

Reactanța sincronă determină limita de stabilitate statică naturală, adică puterea maximă de transmis, fără ruperea sincronismului, dacă nu se intervine asupra excitației. Bineînțeles acest mod de excitare este depășit și menținerea stabilității statice poate fi încredințată regulatorului, introducînd un element detector al unghiului polar.

Reactanța sincronă X_d caracterizează și posibilitatea de a absorbi puterea reactivă la punerea sub tensiune a unei linii în gol.

În figurile 1 și 2 este prezentată influența variației raportului de scurtcircuit [5] asupra

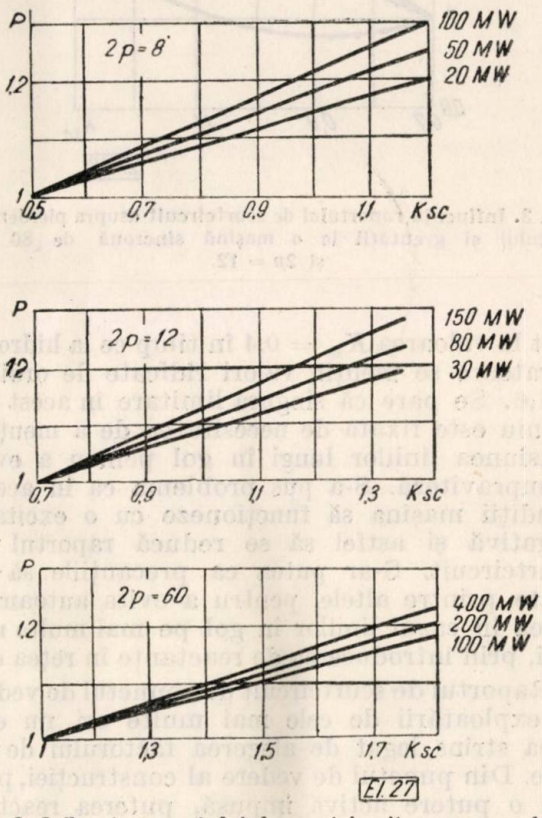


Fig. 2. Influența raportului de scurtcircuit asupra prețului.

greutății și prețului mașinilor sincrone cu $2p = 8,12$ și 60 și puteri de la 30—400 MW.

Figura 3 ne dă indicații asupra influenței raportului de scurtcircuit K_{sc} la o mașină sincronă avînd 80 MW și $2p = 12$ asupra pierderilor P_t, prețului P și greutății G. Curba pierderilor prezintă un minim pentru $K_{sc} = 0,85$. Pentru rapoarte de scurtcircuit mai mici micșorarea întrefierului provoacă o creștere a pierderilor suplimentare de suprafață, care nu este compensată cu micșorarea pierderilor prin excitație. În figura 1, 2, și 3 prețul, greutatea și pierderile sînt date în unități relative.

Pentru alternatoarele de 300 MW [6] cu tensiuni de la 13,8—21,5 kV, la o reducere a raportului de scurtcircuit de la 0,8 la 0,4 randamentul scade cu 0,8% și greutatea se micșorează cu 26%.

În prezent pentru turboalternatoare există tendința de a se reduce raportul de scurtcir-

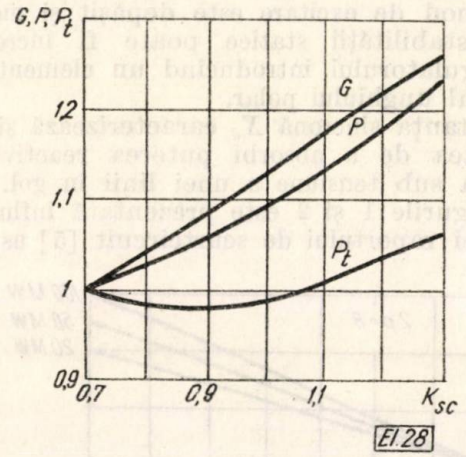


Fig. 3. Influența raportului de scurtcircuit asupra pierderilor, prețului și greutății la o mașină sincronă de 80 MW și $2p = 12$.

cuit la valoarea $K_{sc} = 0{,}4$ în timp ce la hidrogeneratoare se mențin valori ridicate de ordinul a 1,6. Se pare că singura limitare în acest domeniu este fixată de necesitatea de a menține tensiunea liniilor lungi în gol pentru a evita o supratensiune. S-a pus problema ca în aceste condiții mașina să funcționeze cu o excitație negativă și astfel să se reducă raportul de scurtcircuit. S-ar putea ca precauțiile să fie luate, printre altele, pentru a evita autoamorsarea în cazul liniilor în gol pe mai multe mașini, prin introducerea de reactanțe în rețea etc.

Raportul de scurtcircuit din punctul de vedere al exploatării de cele mai multe ori nu este prea strîns legat de alegerea factorului de putere. Din punctul de vedere al construcției, pentru o putere activă impusă, puterea reactivă care se poate furniza rețelei cu un rotor de dimensiune dată scade evident cînd se mărește raportul de scurtcircuit.

3.3. *Influența variației reactanțelor.* La alternatoarele cu poli aparenți există posibilitatea de a funcționa stabil cu o excitație negativă, utilizînd faptul că reactanța sincronă transversală X_q nu reprezintă decît aproximativ 65% din reactanța sincronă longitudinală X_d și permite practic o absorbție de putere reactivă superioară cel puțin cu 40% față de cea obținută pentru un curent de excitație nul. În domeniul excitației negative, deoarece reactanța X_c corespunzătoare încărcării capacitive satisface inegalitatea $X_q < X_c < X_d$ este posibilă apariția autoexcitării.

În exploatare folosirea regulatoarelor rapide se îmbină armonios cu avantajele mașinilor cu poli aparenți.

Datorită unei utilizări mai avansate ce se obține printr-o răcire forțată, reactanțele mașinilor moderne sînt mai ridicate decît ale mașinilor de construcție mai veche.

Diferența dintre mașinile sincrone cu înfășurarea statorică răcită direct și indirect este

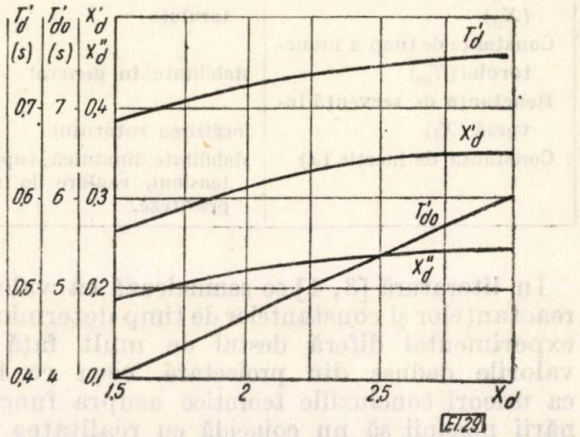


Fig. 4. Variația reactanțelor tranzitorii și a constantelor de timp în funcție de reactanța sincronă la un turboalternator de 275 MW.

importantă. Deoarece adîncimea crestăturilor cu răcire directă a conductoarelor este sensibil mai mică, în raport cu crestăturile cu răcire indirectă a conductoarelor, rezultă de asemenea valori reduse pentru dispersie. La rotor va trebui în același timp să se reducă densitatea liniară de curent, ceea ce influențează încă în același sens reactanțele.

În figurile 4 și 5 este arătat modul de variație a reactanțelor tranzitorii X'_d și X''_d, constantelor de timp T'_d și $T'_{d_0} = T'_d \frac{X_d}{X'_d}$, precum și

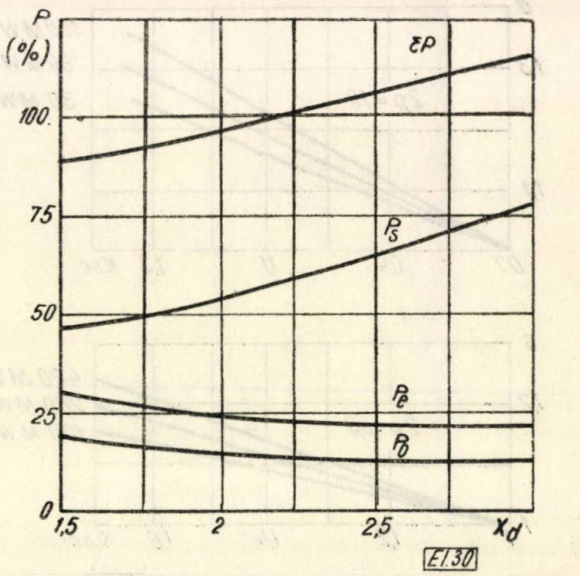


Fig. 5. Variația pierderilor în funcție de reactanța sincronă la un turboalternator de 275 MW.

pierderilor totale ΣP, suplimentare P_s, în gol P_0 și de excitație P_e în funcție de reactanța sincronă X_d pentru un turboalternator [7] de 275 MW, cos $\varphi = 0{,}85$; 16,5 kV ; $X_d = 2{,}1$ și 3 000 rot/min, avînd înfășurarea statorică răcită direct cu apă, iar înfășurarea rotorului și tolele statorului răcite cu hidrogen.

Modul de variație a puterii și greutății mașinii în funcție de reactanța sincronă longitudinală este arătat în tabela 2.

Tabela 2

Variația greutății și puterii în funcție de X_d

X_d	1,5	1,73	2,1	2,5	3
P	1,18	1,13	1	0,97	0,94
G	1,15	1,11	1	0,98	0,95

Greutatea totală a turboalternatorului pentru $X_d = 2{,}1$ este de 230 t.

În stabilitatea dinamică intervine reactanța tranzitorie X'_d a cărei alegere influențează prețul de cost al unui alternator. Modul de influențare depinde de foarte mulți factori și este dificil de exprimat pe cale teoretică.

O reducere a reactanței tranzitorii se poate obține fie prin modificarea întrefierului, fie prin modificarea numărului de spire pe fază.

a. La o mașină sincronă statorul fiind determinat, o mărire a întrefierului antrenează o scădere a permeanței sale magnetice și a reactanței corespunzătoare reactanței directe a indusului deci a reactanței sincrone longitudinale X_d. Reactanța de scăpări a indusului variază ușor, deoarece se modifică și fluxul de scăpări dentar.

Experimental se constată că descreșterea reactanței corespunzătoare reacției indusului este mai rapidă și că reactanța tranzitorie X'_d variază în același sens cu reactanța sincronă longitudinală X_d, însă mult mai încet. Pentru un alternator de 80 MW și $2p = 12$, modul de variație este prezentat în tabela 3.

Tabela 3

Modul de variație a lui K_{sc}, X_d și X'_d pentru un alternator de 80 MW și $2p = 12$.

K_{sc}	0,7	0,9	1,1	1,3
X_d	1,53	1,2	0,97	0,81
X'_d	0,49	0,42	0,36	0,32

b. Dacă se micșorează numărul de spire pe fază, reactanța de scăpări se reduce proporțional cu pătratul acestui număr. Pentru a menține reactanța sincronă longitudinală la o valoare determinată este bine a se mări permeanța magnetică a întrefierului prin micșorarea lui. Se poate admite fără o eroare prea mare că reactanța corespunzătoare reacției indusului rămîne constantă odată cu reactanța sincronă longitudinală.

Acest mijloc de acționare asupra reactanței tranzitorii este mult mai eficace decît cel folosit în prima metodă, însă conduce la un coeficient de utilizare mult mai mic. Prima soluție provoacă o mărire sensibilă a greutății cuprului rotoric, iar soluția a doua o mărire a greutății circuitelor magnetice.

Obținerea unei valori reduse pentru reactanța tranzitorie este mult mai costisitoare pentru mașinile lente. Se recomandă a nu se subaprecia importanța unei reduceri a lui X'_d, deoarece ea nu reprezintă decît o fracțiune din reactanța totală care intervine în cazul regimurilor tranzitorii. Totul nu este de a menține reactanța subtranzitorie suficient de ridicată, impusă de caracteristicile aparatajului, ci de a menține reactanța tranzitorie suficient de scăzută, ceea ce este impus de exigența stabilității rețelelor.

La mașini cu răcire clasică este necesar ca reactanța subtranzitorie să nu fie inferioară unei valori specifice, determinată de puterea de întrerupere a disjunctoarelor. Pentru unități de putere mare ea nu trebuie să fie superioară unei valori determinate din considerații de stabilitate a rețelei.

Din tabela 5 se vede că modernizarea sistemului de răcire duce la micșorarea valorii reactanței tranzitorii, deoarece efectul încărcării amperspirelor este compensat de o mai mică suprafață de trecere a fluxului de scăpări la traversarea crestăturilor statorului. La răcirea cu apă reactanța va fi de fapt mai mică, datorită micșorării secțiunii conductoarelor care aduce și o micșorare a greutății cuprului folosit.

3.4. *Influența factorului de putere.* Pentru marile rețele interconectate furnizarea de energie reactivă a mașinii sincrone este o problemă de ordin economic, în timp ce în rețelele mai puțin dezvoltate la supraexcitare furnizarea de energie reactivă contribuie la ameliorarea stabilității dinamice. Producția de energie reactivă este cu atît mai costisitoare cu cît alternatorul este de putere mai mare și mai rapid.

Din studii economice [5], făcute cu un alternator de 80 MW, 500 rot/min, $K_{sc} = 0{,}7$, destinat unei hidrocentrale cu cădere mare, reiese că pînă la cos $\varphi = 0{,}85$ producția de energie reactivă prin alternatoare rămîne comparabilă cu cea prin condensatoare în cazul neglijării pierderilor prin transport. La această concluzie s-a ținut seama că pierderile în condensatoarele de înaltă tensiune sînt de 1 W/kVAr, în timp ce la un compensator sincron răcit cu hidrogen sînt de 10 W/kVAr.

În figurile 6 și 7 este reprezentat modul de variație a reactanței sincrone X_d, reactanțelor tranzitorii X'_d și X''_d, constantelor de timp T'_d și T''_{d_0}, precum și a pierderilor totale ΣP, suplimentare P_s, în gol P_0 și de excitație P_e în funcție de factorul de putere pentru un turboalternator [7] de 150 MW, cos $\varphi = 0{,}85$, 14,5 kV, $X_d = 2{,}1$ și 3 000 rot/min, avînd răcire

indirectă a înfășurării statorice și răcire directă a rotorului cu hidrogen. Greutatea și

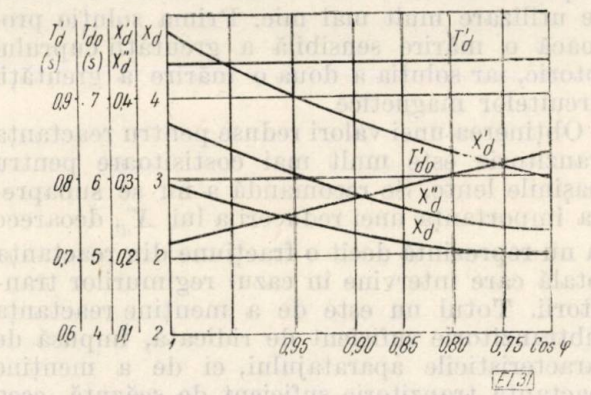


Fig. 6. Variația reactanțelor și a constantelor de timp în funcție de factorul de putere la un turboalternator de 150 MW.

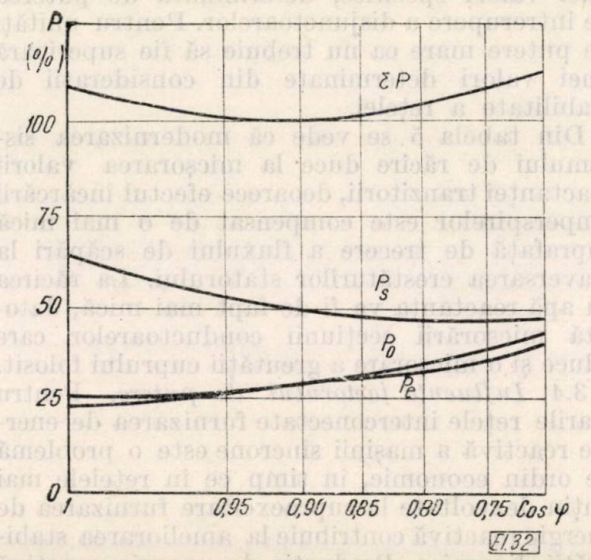


Fig. 7. Variația pierderilor în funcție de factorul de putere la un turboalternator de 150 MW.

puterea mașinii sînt arătate cum variază în funcție de factorul de putere nominal în tabela 4.

Tabela 4

Dependența între putere, greutate și factor de putere la o mașină sincronă de 150 MW.

cosφ	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,17
G	0,84	0,9	0,94	1	1,06	1,13	1,18
P	0,86	0,91	0,95	1	1,05	1,11	1,15

Greutatea totală a alternatorului pentru cos φ = 0,85 este de 200 t.

3.5. *Influența comună a factorului de putere și a raportului de scurtcircuit.* La alternatoarele de putere foarte mare pentru a scădea greutatea rotorului este necesar a funcționa cu un factor de putere ridicat și un raport de scurtcircuit cît mai mic.

Se cunoaște [8] că valoarea raportului de scurtcircuit determină amperspirele magnetizante la gol. Dacă se mențin constante amperspirele rotorului se pot mări amperspirele statorului prin scăderea defazajului φ și a amperspirelor de magnetizare.

Din studiul [9] unui turbogenerator de 500 MVA; D_{rot} = 1 150 mm; l = 5,5 m; U_n = 20 kV; cosφ = 0,8 și K_{sc} = 0,6 răcit cu hidrogen atît statorul cît și rotorul s-a ajuns la concluzia că se poate mări puterea activă de la 400 la 500 MW, la o mărire a factorului de putere de la 0,8 la 0,925, fără a se ivi probleme dificile de stabilitate. Pentru a realiza aceeași mărire a puterii sub factor de putere constant va trebui micșorat raportul de scurcircuit la 0,26 și întrefierul la jumătate.

Dacă puterea crește mult, curentul inductor se poate anula și se ivește posibilitatea apariției fenomenului de autoxecitare. Tensiunea nu va mai fi controlată și va fi determinată numai de puterea reactivă absorbită. La rețelele electrice puternice neavînd linii lungi, puterea reactivă absorbită va avea o importanță mică, remarcîndu-se că supraîncărcarea statică nu este un factor decisiv în stabilitate.

La subexcitare și factor de putere nul, generatorul este încă în măsură de a absorbi de la rețea 36 % din puterea aparentă, fără a fi autoexcitat, ceea ce satisface toate exigențele.

La subexcitare și factor de putere nominal unghiul de decalaj polar poate depăși 100° și deci poate apărea zona de instabilitate statică în care funcționarea poate avea loc dacă se folosesc regulatoare cu acțiune rapidă, sisteme de autocompoundaj și înfășurări de amortizare cînd se trece în regim asincron.

Se poate obține o putere aparentă mai ridicată cu un raport mai mic de scurtcircuit și un factor de putere mai ridicat, prin alegerea unui întrefier mai mic, ce permite a adopta crestături statorice cu lățimi mai mari. Limita inferioară a raportului de scurtcircuit este 0,3 și este determinată de mărirea excesivă a pierderilor suplimentare la suprafața rotorului, deci de mărirea încălzirii, micșorarea randamentului și apariția armonicilor în curba tensiunii.

În exemplul citat [9] cu cosφ = 0,95 și K_{sc} = 0,4 se poate atinge 800 MVA, iar în funcțioare subexcitată la factor de putere nul mașina poate da 290 MVA.

Viteza periferică de ambalare și condițiile de răcire fixează diametrul și lungimea admisibile, pentru un număr de poli dat. Deoarece se dispune de un spațiu bine determinat între poli, urmează că amperspirele polare A_{sp} maxime posibile pe pol sînt fixate pentru o încălzire dată, adică puterea aparentă a unei mașini sincrone de volum dat nu depinde decît

de amperspirele de excitaţie în sarcină A_{sa} pe care le putem pune pe un pol.

Cu ajutorul familiilor de curbe din figurile 8, 9, şi 10 se poate calcula uşor variaţia coefi-

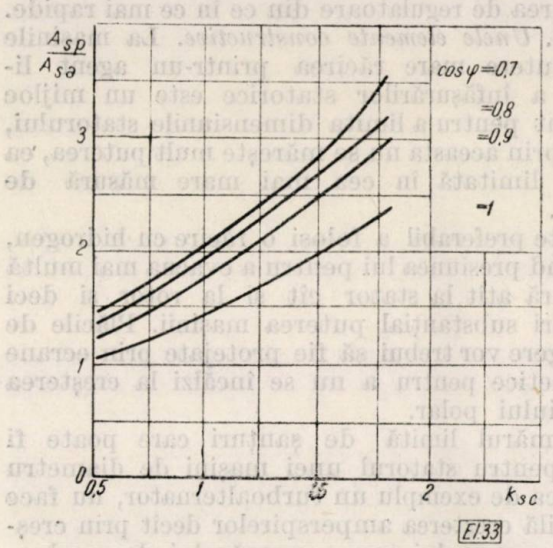


Fig. 8. Caracteristicile A_{sp}/A_{sa} funcţie de raportul de scurtcircuit K_{sc} pentru diverşi factori de putere.

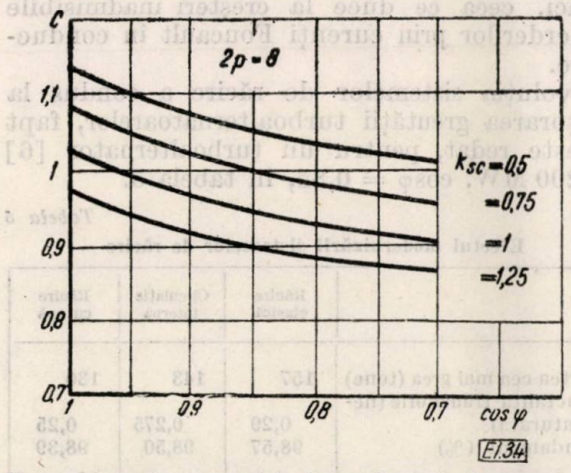


Fig. 9. Variaţia factorului de utilizare în funcţie de factorul de putere pentru diferite rapoarte de scurtcircuit în cazul $2p = 8$.

cientului de utilizare în funcţie de raportul de scurtcircuit şi de factorul de putere.

Într-un studiu [5] se arată că pentru o maşină cu 8 poli, $\cos\varphi = 0{,}9$ şi $K_{sc} = 0{,}75$, diametrul limită pentru $\frac{n_d}{n_s} = 1{,}8$ (n_d este viteza de ambalare şi n_s—viteza nominală) este de 2 250 mm, iar lungimea maximală compatibilă cu o ventilaţie corectă este aproximativ de 3 500 mm. Coeficientul mediu de utilizare atinge valoarea 1,02 pentru 110 MVA, iar raportul $\frac{A_{sp}}{A_{sa}} \cong 1{,}45$ (fig. 8).

Pentru $\cos\varphi = 0{,}8$ şi $K_{sc} = 1$ acest raport este 1,95. Cum amperspirele polare A_{sp} nu pot fi mărite din lipsă de spaţiu, va trebui să se facă o reducere în raportul $\frac{1{,}45}{1{,}85} = 0{,}785$ adică puterea se va reduce la 86,5 MVA. Pentru maşini sincrone cu poli înecaţi avînd viteze

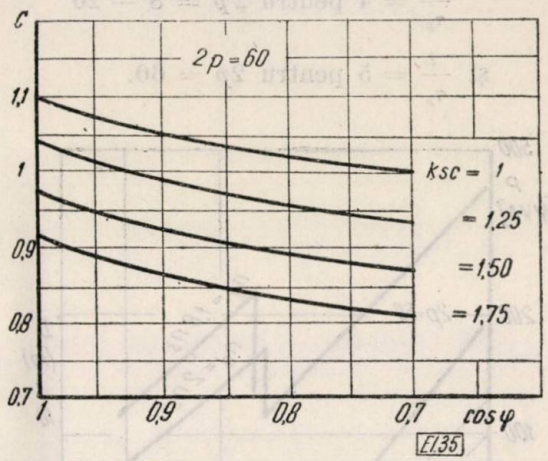


Fig. 10. Variaţia factorului de utilizare în funcţie de factorul de putere pentru diferite rapoarte de scurtcircuit în cazul $2p = 60$.

între 750 şi 100 rot/min raportul $\frac{A_{sp}}{A_{sa}}$ creşte cu raportul de scurtcircuit şi scade cu mărirea factorului de putere. Se propune a se adopta [3]:

$2p = 8$	$\cos\varphi = 0{,}9$	$K_{sc} = 0{,}75$
$2p = 12$	$\cos\varphi = 0{,}85$	$K_{sc} = 0{,}9$
$2p = 60$	$\cos\varphi = 0{,}8$	$K_{cs} = 1$

Coeficientul mediu de utilizare creşte cu mărirea puterii pe pol (MVA/2 p) şi este mai bun cu cît numărul de poli ai maşinii este mai mic.

Figura 11 redă variaţia puterii limită pentru maşinile sincrone cu $2p = 8$ în funcţie de raportul de scurtcircuit pentru diferiţi factori de putere.

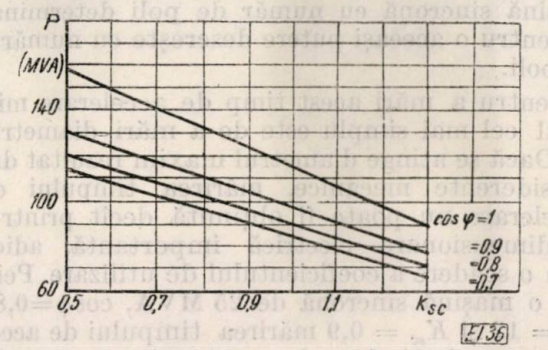


Fig. 11. Variaţia puterii limită în funcţie de raportul de scurtcircuit pentru diverşi factori de putere în cazul $2p = 8$.

Figura 12 precizează puterile limită realizabile în stadiul actual pentru hidroalternatoarele răcite cu aer în funcţie de viteza de rotaţie şi dă indicaţii asupra valorii diametrului

mașinii. În această figură s-a notat cu D diametrul rotorului în metri și s-a luat raportul între lungimea statorului și pasul polar

$$\frac{l}{\tau_p} = 4 \text{ pentru } 2p = 8 - 20$$

$$\text{și } \frac{l}{\tau_p} = 5 \text{ pentru } 2p = 60.$$

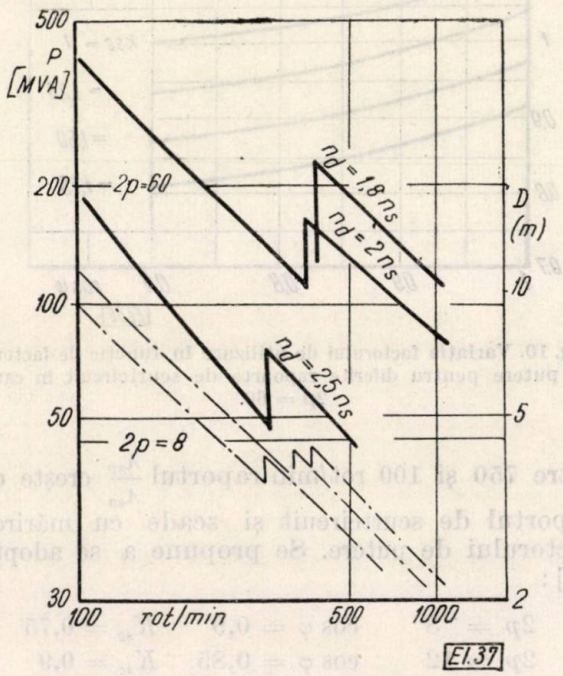


Fig. 12. Puterile limită și diametrele hidrogeneratoarelor în funcție de viteza de rotație.

3.6. *Timp de accelerare.* Timpul de accelerare se definește ca timpul în secunde necesar pentru a opri mașina ce funcționează la viteza sincronă sub efectul unui cuplu constant ce corespunde puterii active nominale la borne.

Din calcule teoretice [5] s-a dedus că timpul de accelerare crește lent cu puterea pentru o mașină sincronă cu număr de poli determinat și pentru o aceeași putere descrește cu numărul de poli.

Pentru a mări acest timp de accelerare mijlocul cel mai simplu este de a mări diametrul D. Dacă se atinge diametrul maxim rezultat din considerente mecanice, mărirea timpului de accelerare nu poate fi obținută decît printr-o subdimensionare electrică importantă, adică prin o scădere a coeficientului de utilizare. Pentru o mașină sincronă de 25 MVA, $\cos\varphi = 0{,}8$; $2p = 12$ și $K_{sc} = 0{,}9$ mărirea timpului de accelerare cu 25% duce la o creștere a greutății cu 35%.

În timpul funcționării, slaba inerție a unor grupe dăunează stabilității și pune problema apariției unei supraviteze la întreruperea sarcinii. În exploatare [2] se consideră că la o durată de eliminare a defectelor de 0,2 s nu se pierde sincronismul dacă constanta de accelerare a grupelor este cel puțin egală cu 6 s.

În general valorile actuale acceptate pentru supraviteză vor continua să fie menținute prin folosirea de regulatoare din ce în ce mai rapide.

3.7. *Unele elemente constructive.* La mașinile de putere mare răcirea printr-un agent lichid a înfășurărilor statorice este un mijloc eficent pentru a limita dimensiunile statorului, însă prin aceasta nu se mărește mult puterea, ea fiind limitată în cea mai mare măsură de rotor.

Este preferabil a folosi o răcire cu hidrogen, mărind presiunea lui pentru a evacua mai multă căldură atît la stator cît și la rotor și deci a mări substanțial puterea mașinii. Plăcile de strîngere vor trebui să fie protejate prin ecrane magnetice pentru a nu se încălzi la creșterea unghiului polar.

Numărul limită de șanțuri care poate fi ales pentru statorul unei mașini de diametru mic, ca de exemplu un turboalternator, nu face posibilă creșterea amperspirelor decît prin creșterea curentului sau a numărului de conductoare pe crestătură.

Pentru aceasta trebuie să se facă crestături adînci, ceea ce duce la creșteri inadmisibile a pierderilor prin curenți Foucault în conductoare.

Evoluția sistemelor de răcire a condus la micșorarea greutății turboalternatoarelor, fapt ce este redat, pentru un turboalternator [6] de 200 MW, $\cos\varphi = 0{,}85$, în tabela 5.

Tabela 5

Efectul modernizării sistemelor de răcire

	Răcire clasică	Circulație internă	Răcire cu apă
Partea cea mai grea (tone)	157	143	130
Reactanța tranzitorie (nesaturată)	0,29	0,275	0,25
Randament (%)	98,57	98,50	98,39

În cazul răcirii cu apă, valoarea mai scăzută a randamentului face metoda ineficace; în schimb din punct de vedere al transportului este favorabilă.

Prin creșterea amperspirelor de excitație cu un raport de scurtcircuit mic, este posibil, datorită unei răciri directe a rotorului cu gaz sub presiune ridicată, să se reducă încărcarea electrică specifică și să se mărească dimensiunile crestăturii.

Orientativ se prezintă în tabela 6 dimensiunile constructive ale unor mașini sincrone moderne cu specificarea locului unde au fost montate și a țării care le-a construit.

Cele mai puternice turboalternatoare care au ajuns fie în faza de studiu, fie în faza de construcție sînt în U.R.S.S. de 500 și 833 MVA [10] și în S.U.A. de 516 MVA.

Tabela 6

Dimensiunile constructive ale unor mașini sincrone

Locul instalării		Nr. unit.	Putere, MW	n rot/min	Greutate totală t	Diametru rotor, m	Lungime stator, m	Coeficient de utilizare	Locul construcției
Chute des Passes	Canada	5	190	200	736	6,94	2,5	7,80	Canada
Furnas	Brazilia	4	175	150	1 050	9,5	1,76	7,34	R.F.G.
Robert Moses Plant	S.U.A.	13	167	120	—	10,35	—	—	S.U.A.
Stornfors	Suedia	3	150	125	960	—	—	—	Suedia
Bersimis	Canada	4	138	277	496	5,20	2,68	6,90	Anglia
Volgograd	U.R.S.S.	22	123,5	68,2	400	—	—	—	U.R.S.S.
Centrale de l'or	Luxemburg	2	115	428	—	4,25	2	7,45	Belgia
Priest Rapid	S.U.A.	10	95,5	85,7	1 600	10,62	1,47	6,73	Anglia
San Sebastian	Spania	4	75	214	520	5,63	2,16	5,11	Anglia
Riddes	Elveția	5	67	500	—	3,1	2,5	5,6	Elveția
Cabrel	Portugalia	2	61	214	406	5,25	1,90	5,44	Anglia
Fionnay	Elveția	3	60	750	—	2,2	3	5,5	Elveția

3.8. *Supratensiuni.* Nivelul supratensiunilor se poate reduce cu ajutorul unui sistem de excitație cu răspuns în înalta tensiune susceptibil de a produce tensiuni de valori negative. Dacă apare un defect anterior unei pierderi de sarcini el poate provoca o ușoară mărire a supratensiunii.

În cazul transmiterii la un generator sincron a unei supratensiuni prin traversarea transformatoarelor, protecția care se recomandă de constructor și de exploatare este arătată în procente în tabela 7.

Tabela 7

Protecția la supratensiuni a mașinilor sincrone

Protecția	Constructor		Exploatare	
Nivel izokeraunic	>30	<30	>30	<30
Paratoner I.T.	100%	60%	100%	100%
Eclator I.T.	20	20	80	80
Paratoner J.T.	40	20	33	33
Capacitate J.T.	80	20	33	17

Din practică s-a constatat că undele cu front tăiat sînt mai periculoase la hidrogeneratoarele bobinate decît la cele cu bare.

În general, nu s-a ajuns la concluzia ca la mașinile sincrone să se facă încercări de supratensiuni. Dacă se va ajunge la o asemenea concluzie se sugerează a se folosi fronturi de undă de durată 3—10μs și de amplitudine 3—6,5 ori valoarea maximă a tensiunii de fază pentru mașini de 10—15 kV și de 10 ori pentru tensiuni mai mici.

Bibliografie

[1] CEI, Publication 34—3. Machines électriques tournantes. Valeurs nominales et caractéristiques des turboalternateurs triphasés à 50 Hz. Génève, 1962.

[2] *Laurent, P., Carpentier, L.* Rapport sur les travaux du Comité d'études des alternateurs. CIGRÉ, 1962, rap. 158.

[3] *Mamikonianț, G. L.* Asupra precizării parametrilor generatoarelor sincrone. Elektriceskie Stanții. **33**, 11, 39—40, 1959.

[4] *Kostenko, M. P., Karpov, G. V., Kazovschi, E. V.* Détermination des paramètres des puissants alternateurs des centrales hydroélectriques de la basse-Volga. CIGRÉ, 1962, rap. 124.

[5] *Chatelain, J.* Répercussions économiques du choix des paramétres caractéristiques des machines synchrones à pôles saillants. CIGRÉ, 1962, rap. 146.

[6] *Wood, H. I.* Effet, sur la conception des générateurs entraînés par turbine à vapeur, de la construction du stator, des méthodes de refroidissement, du rapport de court-circuit et de la réactance, avec références particulières relatives au poids. CIGRÉ, 1962, rap. 149.

[7] *Bühler, H., Egli, F.* Influence des paramètres électriques des turboalternateurs sur leurs dimensions et leur service. CIGRÉ, 1962, rap. 118.

[8] *Piotrovschi, L. M.* Mașini electrice (traducere din limba rusă). București, Editura Energetică de Stat, 1953, p. 474.

[9] *Abolius, A., Weissheimer, H.* Influence du rapport de court-circuit et du facteur de puissance sur la construction des turbo-générateurs. CIGRÉ, 1962, rap. 107.

[10] *Titov, B. B.* Turbogeneratori balșoi edinicinoi moțnosti. Elektricestvo, **82** nr. 8, 1961, p. 14.

Intrat în redacție la 6. 10. 1962

Studiul zgomotului maşinilor electrice*

Năstase I. Bichir – Bucureşti **

205.569
Lefordiţva
Tf 3996/63

În prezent cercurile de specialitate depun eforturi din ce în ce mai mari pentru a pune la punct atît metoda de defectoscopie a maşinilor electrice prin studiul zgomotului lor cît şi metodele de măsurare şi combatere a zgomotului. În acest sens lucrarea prezintă principiile necesare studiului, sursele de zgomot din maşinile electrice şi, legat de studiul experimental, se prezintă pe scurt camera surdă realizată de ICET cu aparatura specială pentru analiza zgomotelor, apoi metodele de separare a zgomotelor unei maşini electrice şi stabilirea frecvenţelor prin măsurări directe.

Măsurările efectuate, interpretarea lor şi indicaţiile constructive pentru diminuarea zgomotului maşinilor electrice vor forma obiectul unei alte lucrări, ca şi unele probleme legate de metodele de măsură.

CZ 621.313.1 : 534.62

Tendinţa modernă de reducere a greutăţii şi a preţului maşinilor electrice duce la solicitări maxime ale tuturor materialelor folosite. În mod implicit, rezultă o creştere a zgomotului produs de maşină. În acelaşi timp însă, utilizarea maşinilor electrice în cele mai variate domenii de activitate impune ca acestea să fie cît mai silenţioase [1], [2].

Un zgomot puternic al unei maşini indică o defecţiune în funcţionare sau o construcţie neraţională, el fiind cîteodată singurul indiciu al comportării dinamice a maşinii. Sub acest aspect, studiul zgomotului a căpătat în ultimul timp o importanţă mare, măsurarea lui fiind folosită ca metodă de defectoscopie a maşinilor electrice.

Primele preocupări pentru studierea zgomotului maşinilor electrice datează încă din anul 1904 [3], cînd la maşinile de pe atunci, cu număr mic de crestături, poli lamelaţi şi întrefier mic, s-a constatat un zgomot asemănător fluierăturilor şi s-a determinat, pentru prima dată, frecvenţele sunetelor pronunţate, prin compararea auditivă cu diapazoane. Nivelul acustic se aprecia după ureche. Or, problema zgomotului maşinilor nu putea fi studiată fără o bază experimentală, obiectivă şi, odată cu aprofundarea studiilor, s-a constatat şi o perfecţionare a aparaturii pentru măsurători acustice [4], [5].

O combatere eficace a zgomotului maşinilor electrice cere cunoaşterea legilor care stau la baza producerii şi propagării acestuia [1], [6]. În cele ce urmează se arată principiile acustice de bază, sursele de zgomot din maşinile electrice şi modalităţile studiului experimental al zgomotului.

1. Principii acustice de bază

Studiul zgomotului maşinilor electrice necesită în prealabil o definire a noţiunilor specifice domeniului acustic [6], [7].

În tehnică, pentru aprecierea obiectivă a zgomotelor, se foloseşte noţiunea de nivel al intensităţii acustice sau al presiunii acustice, decibelul (dB) fiind unitatea de măsură pentru nivelurile acustice [7]. Nivelul intensităţii acustice dintr-un punct este definit de relaţia :

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \tag{1}$$

în care I este intensitatea acustică eficientă a sunetului comparat, iar $I_c = 10^{-12}$ W/m², intensitatea acustică de referinţă, aleasă convenţional [7]. Unele norme prevăd $I_0 = 10^{-13}$ W/m² [8].

Ţinîndu-se seama de relaţia dintre intensitatea acustică I şi presiunea acustică p, valabilă pentru unda plană progresivă,

$$I = \frac{p^2}{\rho c}, \tag{2}$$

în care ρ este densitatea mediului de propagare, iar c viteza sunetului, relaţia (1) se mai poate scrie şi ca nivel de presiune acustică :

$$L = 20 \lg \frac{p}{p_0}. \tag{1'}$$

Presiunea acustică de referinţă are valoarea aleasă convenţional, $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m² [7].

În literatura tehnică se mai foloseşte noţiunea de nivel de intensitate auditivă sau de tărie, măsurat în foni, definit tot de relaţiile de mai sus, dar pentru o frecvenţă de 1 000 Hz a mărimii de comparaţie.

Diferenţa dintre nivelul de intensitate acustică şi nivelul de intensitate auditivă constă în aceea că primul determină numai mărimea fizică a intensităţii sunetului, indiferent de frecvenţa lui, în timp ce al doilea determină valoarea fiziologică a percepţiei sunetului, adică diferenţa de sensibilitate a auzului faţă de sunetele cu frecvenţe diferite. Dependenţa dintre intensitatea acustică şi frecvenţă, pentru diferite valori ale intensităţii auditive, este dată în figura 1. Din această figură rezultă acea diferenţă care există între valorile numerice ale nivelurilor acustice date în decibeli sau foni, pentru diferite frecvenţe.

În cazul mai multor surse de zgomot, nivelul acustic rezultant într-un punct nu poate fi exprimat în funcţie de nivelurile acustice ale surselor componente, decît în cazuri particulare.

---

* Comunicare la Sesiunea de Electrotehnica a IPB, dec. 1962.

** Ing. *N. I. Bichir* este cercetător la ICET,

Dacă n surse produc simultan sunete avînd într-un punct din cîmpul liber intensitățile

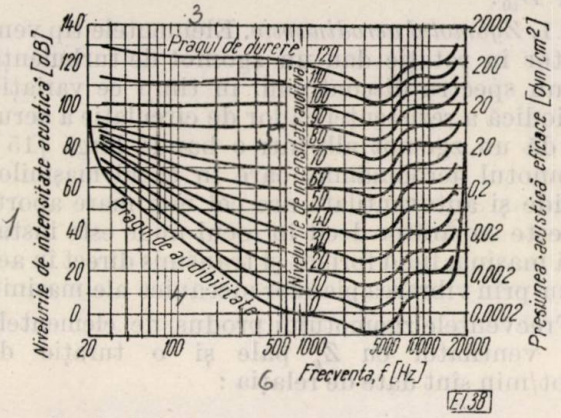


Fig. 1. Curbele de egală intensitate auditivă.

$I_1, I_2, \ldots, I_n$ și presiunile $p_1, p_2, \ldots, p_n$, intensitatea acustică rezultantă este :

$$I = \sum_{i=1}^{n} I_i , \tag{3}$$

iar presiunea acustică rezultantă este o medie pătratică,

$$p^2 = \sum_{i=1}^{n} p_i^2 . \tag{4}$$

Considerînd că sursele acustice n sînt identice și emit simultan, nivelul acustic rezultant într-un punct situat la egală distanță de toate sursele, după (1) și (3) va fi :

$$L = L_1 + 10 \lg n, \tag{5}$$

unde L_1 este nivelul acustic al uneia din sursele n identice.

Ținînd seama de (5), în cazul reducerii cu x a numărului surselor, scăderea nivelului acustic este dată de relația:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{n}{n-x} = 10 \lg \frac{1}{1-\frac{x}{n}} . \tag{6}$$

În figura 2 este reprezentată variația scăderii nivelului acustic în funcție de reducerea procentuală a numărului surselor acustice. Din această figură reiese că reducerea surselor nu are un rol însemnat, mai ales cînd ele au un nivel acustic ridicat. Astfel, dacă

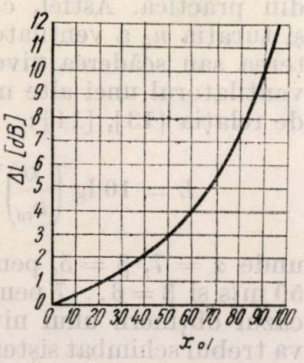


Fig. 2. Reducerea nivelului acustic funcție de reducerea procentuală a numărului surselor identice.

din 20 surse identice se elimină 5, deci 25%, nivelul acustic scade abia cu 1,25 dB.

În cazul existenței a două surse de zgomot care au într-un punct niveluri acustice L_1 și L_2, iar $L_1 \geqslant L_2$, nivelul rezultant L în acel punct va fi [1]:

$$L = L_1 + \Delta L. \tag{7}$$

ΔL se determină din figura 3 în funcție de $L_1 - L_2$. De remarcat că în cazul diferențelor $L_1 - L_2 \geqslant 6$ dB, $\Delta L < 1$ dB și practic, creșterea nu mai este sesizată de organul auditiv.

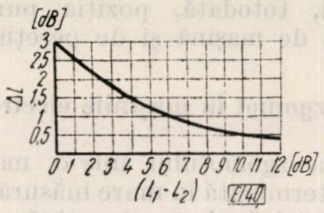


Fig. 3. Curba pentru determinarea nivelului acustic rezultantă a două surse cu nivelurile L_1 și L_2, iar $L_1 \geqslant L_2$.

În cazul mai multor surse de zgomot, nivelul intensității acustice rezultante se determină tot cu relația (7), grupînd nivelurile două cîte două, în ordinea descrescătoare și începînd calculul cu cele mai mari. Într-un spațiu deschis sau într-o încăpere amenajată special, cunoscînd intensitatea acustică I_1 la distanța r_1 de sursă, se poate calcula intensitatea acustică I_2 a aceleiași surse la distanța r_2 :

$$I_2 = I_1 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 . \tag{8}$$

Această relație, scrisă sub forma :

$$L_2 = L_1 + 20 \lg \frac{r_1}{r_2} , \tag{8'}$$

arată că o dublare a distanței la sursă duce la o micșorare a nivelului acustic cu 6 dB. Verificarea acestei condiții arată lipsa de influență a zgomotelor relfectate.

Aceste relații au importanță practică la aprecierea obiectivă a evaluării reducerii zgomotului prin suprimarea unor surse acustice dintr-o mașină, indicînd totodată că o reducere importantă a nivelului acustic se poate face numai dacă se acționează asupra sursei predominante care în unele cazuri maschează celelalte zgomote. În baza fenomenului de mascare, unii autori fac o apreciere a zgomotului mașinilor [9] după nivelul acustic al încăperii unde lucrează. Astfel, un motor este considerat silențios sau zgomotos după cum nivelul acustic al său este cu 10 dB sub sau peste nivelul acustic al încăperii în care funcționează. Dar aceste aprecieri, fiind valabile în tot domeniul de audibilitate, nu dau o imagine clară asupra comportării

motorului ca sursă de zgomot. Pentru o analiză riguroasă este necesar să cunoaștem spectrul zgomotului care indică repartizarea energiei acustice în banda de frecvențe audibile. Înregistrarea spectrelor zgomotelor ușurează cercetarea, contribuind în acest mod la descoperirea surselor de zgomot și la determinarea influenței lor, fără a avea tot timpul agregatul în funcțiune. Condițiile în care se pot efectua măsurările într-o încăpere reies din relațiile (7) și (8), putîndu-se stabili nivelul acustic admis pentru ambianță, influența zgomotelor reflectate și, totodată, poziția punctelor de măsură față de mașină și de pereții încăperii.

2. Surse de zgomot în mașinile electrice

Producerea zgomotului într-o mașină electrică este determinată în mare măsură de dimensionarea electrică și constructivă a mașinii. Toleranțele de fabricație, ca și starea de încărcare a mașinii, pot influența de asemenea producerea zgomotului. În unele împrejurări, instalarea nefavorabilă a mașinii provoacă o amplificare a zgomotului prin suprafețe radiante cuplate, oscilații de rezonanță sau încăperi rezonante.

Părțile unei mașini electrice, care produc zgomote în gama frecvențelor acustice, sînt :

— sistemul de ventilație ;
— circuitul magnetic
— lagărele ;
— periile.

Puterea acustică emisă de diferitele părți ale mașinii diferă, depinzînd în special de mărimile caracteristice ale mașinii și de forma ei constructivă. Jordan [10] și mai recent Erdély [11] au dat acestei probleme o tratare analitică foarte amănunțită, dar, în același timp, sînt numeroase cazuri cînd există un dezacord esențial între rezultatele obținute prin calcul și cele măsurate [12].

Practic, la proiectarea mașinilor electrice trebuie să se țină seama de faptul că, în condiții identice, presiunea acustică a zgomotului mașinilor electrice variază cu puterea P, turația n și diametrul ventilatorului D_v, după o relație de forma:

$$p = f(P^{\alpha}, n^{\beta} D_v^{\gamma}), \tag{9}$$

unde exponenții α, β și γ depind de forma constructivă a mașinii în ansamblu. Analiza datelor experimentale permite ca pentru mașinile de același tip să se dea o relație de apreciere a nivelului acustic de forma [1], [13], [14],

$$L = L_0 + 10 \lg \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\alpha} + 10 \lg \left(\frac{n}{n_0}\right)^{\beta} + 10 \lg \left(\frac{D_v}{D_{v0}}\right)^{\gamma}. \tag{10}$$

în care L_0 este nivelul cunoscut al zgomotului mașinii cu puterea P_0, turația n_0 și diametrul D_{v0}.

2.1. *Zgomotul aerodinamic.* Elementele tip ventilator în rotație dau un zgomot de turbulență cu un spectru discontinuu, în timp ce variația periodică a rezistenței căilor de circulație a aerului dă un zgomot alb într-o bandă largă [15]. Zgomotul aerodinamic, care în cazul mașinilor rapide și autoventilate are cel mai mare aport, nu este supărător decît în locul unde este instalată mașina, fiind format și transmis direct în aer și nu prin vibrarea pieselor mecanice ale mașinii.

Frecvențele zgomotului produs de elementele tip ventilator cu Z_p pale și o turație de n rot/min sînt date de relația :

$$f_v = k \cdot Z_p \cdot \frac{n}{60}, \tag{11}$$

în care k număr întreg, indică ordinul armonicii.

În afara acestor frecvențe, elementele tip ventilator mai sînt însoțite și de un zgomot turbionar cu un spectru continuu în banda frecvențelor mai mari, datorită unei variații a vitezei de curgere a aerului în lungul paletelor. De asemenea, la scurgerea aerului pe lîngă corpuri cu formă complicată sau cu neregularități pe suprafață, apare un număr mare de linii de turbulență cu diferite frecvențe, dînd naștere unui zgomot alb.

Sunetele tip sirenă care apar la unele ventilatoare sau elemente tip ventilator cu distanță mică între pale și părțile fixe, au frecvențele date tot de relația (11).

În cazul unui obstacol fix, lovit de aer, s-a constatat experimental [1] că predomină sunetele cu frecvențe

$$f_t = 0{,}185 \cdot k \frac{u}{d}, \tag{12}$$

unde u este viteza curentului de aer față de obstacol iar d proiecția lățimii suprafeței obstacolului pe planul perpendicular pe direcția lui u.

La proiectarea mașinilor electrice, pentru aprecierea nivelului zgomotului de ventilație se folosesc diferite relații empirice, rezultate din practică. Astfel, cunoscînd diametrul D_{v0} și turația n_0 a ventilatorului unei mașini, creșterea sau scăderea nivelului acustic produs de ventilatorul unei alte mașini similare este dată de relația [13], [14] :

$$L = 10 \lg \left(\frac{D}{D_{v0}}\right)^{\alpha} + 10 \lg \left(\frac{n}{n_0}\right)^{\beta}, \tag{13}$$

unde $\alpha = 7$, $\beta = 5$, pentru viteze periferice sub 50 m/s și $\beta = 6 \ldots 7$ pentru viteze superioare. În cazul obținerii unui nivel acustic prea ridicat, va trebui schimbat sistemul de răcire.

2.2. *Zgomotul electromagnetic.* Zgomotul electromagnetic își are originea în acțiunile forțelor cîmpurilor electromagnetice din întrefier. Aceste acțiuni se manifestă pe de o parte cu frecvența dublă de magnetizare $2f$, ca urmare a magnetostricțiunii din circuitul magnetic și, pe de altă parte, prin oscilații ale statorului și rotorului. Radierea acestor oscilații forțate produc componența de zgomot magnetic. Sub acțiunea forțelor electromagnetice alternative care au în întrefier o distribuție periodică în spațiu și timp, statorul și rotorul execută oscilații forțate de întindere și încovoiere. Practic, eforturile radiale sînt singurele producătoare de zgomot, celelalte eforturi luîndu-se în considerație numai în mod excepțional [16], [17], [18]. Tratarea analitică, sub forma generală, este imposibilă fără a se face în decursul calculelor mai multe ipoteze simplificatoare sau limitative.

Dintre mașinile electrice, motorul asincron este cel care posedă cea mai mare complexitate în privința zgomotului electromagnetic, deși mașina de curent continuu prezintă în acest sens, unele particularități specifice [19], [20].

Cunoscîndu-se variația în timp și spațiu a inducției b_s, datorită înfășurării statorului, forțele radiale, proporționale cu pătratul componentei radiale în întrefier vor fi:

$$f_\delta \equiv (b_s + b_r)^2, \tag{14}$$

în care [16], [21]:

$$b_s = \sum_i b_{ri} = \sum_i B_{si} \cos(\omega_i t - ip\varkappa - \varphi_i), \tag{15}$$

$$b_r = \sum_j b_{rj} = \sum_j B_{rj} \cos(\omega_j t - jp\varkappa - \varphi_j), \tag{16}$$

B_{si} și B_{rj}, ω_i și ω_j, φ_i și φ_j sînt amplitudinile, pulsațiile, respectiv decalajele armonicilor de ordinul i sau j față de fundamentală. Ordinul diferitelor armonice pentru o înfășurare statorică cu m_1 faze, $2p$ poli și un număr întreg de crestături pe pol și fază este dat de

$$i = 2km_1 + 1, \tag{17}$$

iar ordinul armonicilor din rotorul, cu Z_2 crestături și m_2 faze, de

$$j = km_2 + i, \tag{18}$$

k fiind un număr întreg pozitiv, negativ sau nul și x este coordonată spațială măsurată pe un cerc la periferia rotorului.

Pentru a pune în evidență natura diferitelor componente ale forțelor care se exercită în întrefier, se dezvoltă expresia (14) și rezultă:

$$f_\delta \equiv \sum_i b_{si}^2 + \sum_j b_{rj}^2 + 2\sum_i \sum_j b_{si} b_{rj} + 2\sum \sum_{i'} b_{si} b_{si'} + 2\sum_j \sum_{j'} b_{rj} b_{rj'}. \tag{19}$$

Din această relație rezultă că interferența dintre două cîmpuri se poate produce fie între două cîmpuri magnetice ale statorului, fie între două cîmpuri ale rotorului, fie între un cîmp din stator și unul din rotor. Luînd ca exemplu componenta forței datorită interacțiunii dintre b_{si} și b_{rj} se vede că aceasta se mai poate scrie:

$$f_{\delta ij} = \sum_i \sum_j F_{\delta ij} \cos[(\omega_i \pm \omega_j)t - (i \pm j)p\varkappa - (\varphi_i \pm \varphi_j)], \tag{20}$$

unde s-a folosit descompunerea produsului de cosinuși.

Știind că [16]

$$\omega_j = \omega_i \left[k \frac{Z_2}{p} (1 - s) + 1 \right] \tag{21}$$

unde s este lunecarea, și plecînd de la $\omega_i \pm \omega_j$ din relația (20) rezultă frecvențele zgomotelor de natură magnetică [17], [18]:

$$f_1 = 2f_k = 2kf, \tag{22 a}$$

datorită magnetostricțiunii;

$$f_2 = \left[k \frac{Z_2}{p} (1 - s) + \tfrac{0}{2} \right] f, \tag{22 b}$$

datorită forțelor de atracție unilaterală sau unui dezechilibru static;

$$f_3 = \left[k \frac{Z_2 \pm 1}{p} (1 - s) + \tfrac{0}{2} \right] f, \tag{22 c}$$

datorită dezechilibrului dinamic și

$$f_4 = \left[k \frac{Z_2}{p} (1 - s) + \tfrac{2}{4} \right] f, \tag{22 d}$$

datorită saturației dinților. În cazul mașinilor cu poli aparenți pe stator și număr par de crestături în rotor, se produc zgomote ale

căror frecvențe sînt egale cu frecvențele crestăturilor

$$f = kZ_2 \frac{n}{60}. \qquad (22\,e)$$

Funcție de $(i \pm j)$, se pot deduce diferitele forme de oscilații ale rotorului și carcasei statorului [10], [21], corespunzînd reprezentărilor din figura 4. În cazul *b* (fig. 4) forțele de

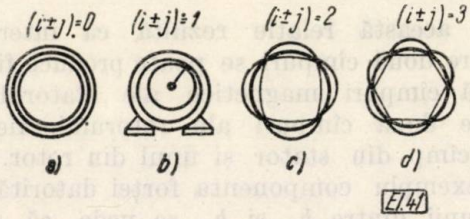


Fig. 4. Forme de oscilații ale statorului, respectiv ale rotorului.

atracție magnetică unilaterală sînt transmise și se propagă prin tălpile mașinii la fundație, ca zgomot structural, pe cînd în cazurile *a*, *c* și *d* se emite în spațiu un zgomot aerian mai slab.

Problema determinării frecvenței de rezonanță a sistemului a format obiectul mai multor studii [10], [18]. Formele constructive ale mașinilor ca și caracteristicile mecanice ale materialelor folosite, variind de la caz la caz, o determinare analitică a frecvențelor este practic imposibilă și singura metodă rămîne cea a măsurărilor direct pe prototip.

2.3. *Zgomotul lagărelor.* Mașinile rotative sînt prevăzute cu lagăre de alunecare sau de rulare.

Cercetările asupra lagărelor de rulare [22], [23], [24] arată că din cauza imperfecțiunilor inevitabile de fabricație ale bilelor, coliviilor, cămășilor și căilor de rulare a bilelor apar eforturi variabile în timp, supunînd axul mașinii la mișcări foarte scurte și cu accelerații mari. Aceste șocuri distribuite statistic sînt o cauză a zgomotului lagărelor și au ca urmare un fîșiit într-o bandă largă de frecvențe (2—8 k*Hz*), căruia, uneori, i se suprapun oscilații proprii de rezonanță ale inelului exterior al lagărului [17], [25]. Fenomenul cunoscut ca șoc radial se explică printr-o deplasare a căii interioare și exterioare a bilelor și produce un sunet simplu cu frecvența de trecere a bilelor [17].

$$f_{br} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{d_b}{D_b}\right) Z_b \frac{n_i}{60}, \qquad (22)$$

în care d_b este diametrul bilelor; D_b — diametrul cercului centrelor bilelor; Z_b — numărul bilelor; n_i — turația inelului interior al lagărului.

Forțele exterioare datorită dezechilibrului rotorului, a atracției magnetice unilaterale, a oscilațiilor proprii ale rotorului, ca și defectele de montaj, contribuie la mărirea zgomotelor în lagăre.

Lagărele de alunecare față de cele de rulare generează zgomote practic neînsemnate. Totuși, datorită inevitabilelor deformări ale fusului și bucșei lagărului, ca și din cauza frecărilor care depind de ungere, de sarcină, de temperatura lagărului și a forțelor alternative exterioare, apare un fîșiit cu frecvențe într-o bandă largă, similar unui zgomot alb [23], [25].

Studiul zgomotului rulmenților sau lagărelor, ca elemente independente, nu prezintă importanță practică. Se pot analiza numai vibrațiile lor care stau la baza zgomotelor structurale ale mașinii [24] și de care ne vom ocupa în viitor.

2.4. *Zgomotul periilor.* Acest zgomot de natură pur mecanică depinde de calitatea suprafeței colectorului, de starea de rodare a periilor, de ghidarea periilor în portperii și de presiunea periilor asupra colectorului [26]. Pe lîngă aceste cauze zgomotul periilor mai poate fi influențat de condițiile electrice de pe suprafața de contact dintre perie și colector [17], cum este densitatea de curent și tensiunea de contact.

În componența zgomotului periilor sunetele cele mai pronunțate se produc la trecerea periodică a lamelelor sub perii. Frecvența acestor sunete este dată de relația:

$$f_k = kK \frac{n}{60}, \qquad (23)$$

în care, în afara notațiilor cunoscute, K este numărul lamelelor colectorului. Problemele complexe ale zgomotului periilor micromotoarelor monofazate cu colector sînt tratate destul de amănunțit în lucrarea [26].

3. Studiul experimental al zgomotului

Studiul zgomotului necesită o încăpere corespunzătoare măsurărilor acustice și o aparatură specială pentru analiza acestuia. Ținîndu-se seama de complexitatea zgomotului mașinilor electrice, analiza acestuia sub forma globală ar fi greoaie. Munca se poate ușura dacă se face analiza separat pentru fiecare din componentele studiate mai sus.

3.1. *Camera surdă realizată de ICET* este o încăpere (fig. 5) construită pe un bloc de beton armat, izolat cu plută de fundația clădirii principale, pentru înlăturarea transmisiei vibrațiilor din exterior. În interior se află o platformă izolată la rîndul ei de blocul-fundație al camerei pentru a nu transmite vibrațiile de la mașina de încercat la corpul camerei. Izolarea fonică a camerei s-a făcut cu vată de sticlă. Ușile sînt tapisate tot cu vată de sticlă.

Camera este prevăzută și cu un ax de antrenare a motorului din exteriorul camerei de încercat, pentru a avea posibilitatea de înlăturare a zgomotului magnetic de zgomotele mecanice.

tre trece-bandă, apoi din nou amplificată. Bornele de ieșire sînt conectate în paralel cu circuitul unui instrument de măsură cu ac indicator, etalonat în decibeli sau volți. Instrumentul

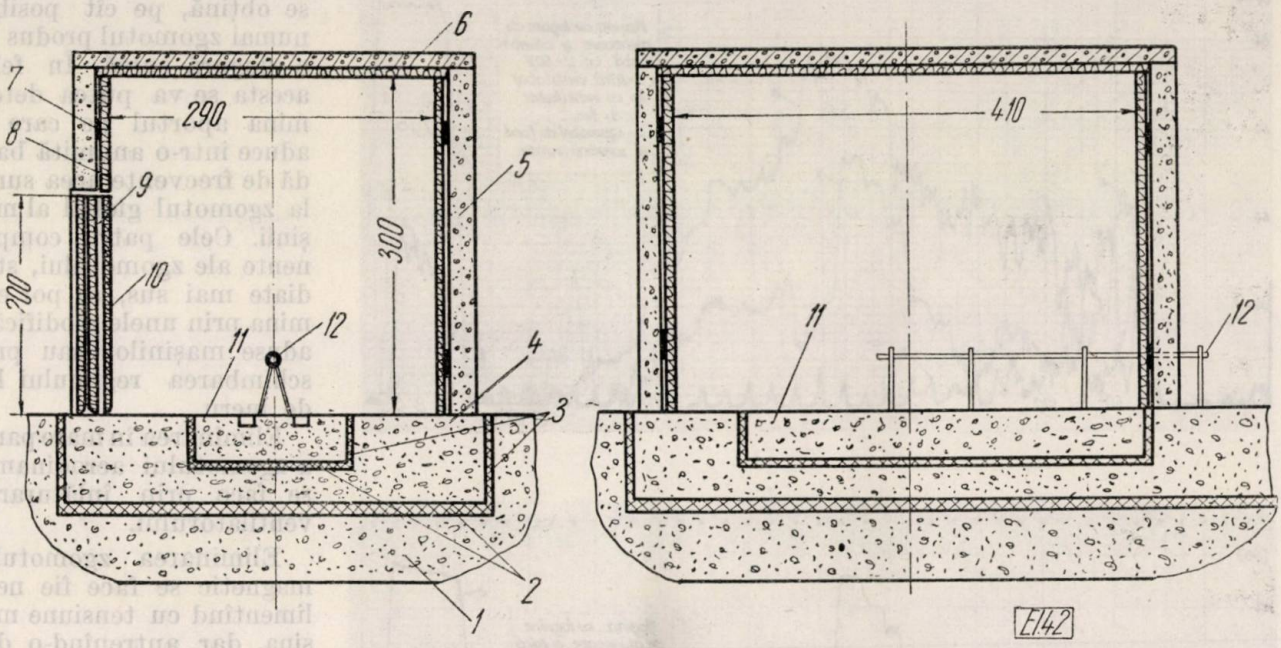


Fig. 5. Secțiuni prin camera surdă:
1 – fundație; 2 – plută armată; 3 – plută ASKO; 4 – bloc fundație; 5 – perete din blocuri de beton; 6 – planșeu beton; 7 – șipci distanțatoare; 8 – strat vată minerală; 9 – ușă din panel; 10 – strat vată minerală; 11 – platformă interioară; 12 – ax antrenare.

Verificarea performanțelor camerei surdo s-a făcut după un program special de încercări și rezultatele măsurărilor sînt mulțumitoare pentru studiul zgomotului mașinilor electrice mici și mijlocii.

În figura 6, a, curba 3, este dat spectrul acustic, în treimi de octavă, al zgomotului de fond din camera surdă, spectru care se ridică înainte de începerea unei serii de măsurări. Folosind relația (7), în cameră pot fi încercate numai motoare care au spectrul acustic cu cel puțin 10 dB mai ridicat decît al zgomotului de fond al camerei.

3.2. *Aparate de măsură.* Studiul zgomotului, ca metodă de defectoscopie a mașinilor electrice, necesită o aparatură specială. În cadrul ICET există un spectrometru acustic Brüel și Kjaer tip 3312 și un analizor de frecvențe LEA tip AF-10 S h.

3.2.1. Spectrometrul acustic Brüel și Kjaer [28] se folosește pentru analiza zgomotelor în benzi de frecvență de o octavă sau o treime de octavă. El este compus dintr-un traductor acustic sau de vibrații, un bloc analizor și un bloc înregistrator.

Traductorul acustic este un microfon condensator, iar traductorul de vibrații are la bază un cristal piezoelectric cu titanat de bariu.

Mărimea de măsurat, după ce este tradusă și amplificată, este trecută printr-un sistem de filpoate indica valori de vîrf, medii sau efective. Spectrometrul poate măsura sau analiza valori pînă la 100 dB, respectiv 1 000 V, cu o largă posibilitate de schimbare a scărilor.

Pentru înregistrare, mărimea de ieșire este introdusă în blocul înregistrator care are posibilitatea de a da rezultatul analizei sub formă de spectrogramă. Hîrtia pe care se înregistrează poate fi de 100 mm sau de 50 mm lățime și are posibilitatea de a se deplasa cu 20 viteze cuprinse între 0,0003 mm/s și 100 mm/s.

Spectrogramele sînt trasate pe o lungime standard a hîrtiei, deoarece viteza de deplasare a hîrtiei și comutatorul de filtre sînt sincronizate.

3.2.2. Analizorul de frecvență LEA [29] permite analiza mărimilor ale căror frecvențe sînt cuprinse între 10 și 50 000 Hz. Aparatul este prevăzut cu două selectivități: una de 3 Hz pentru gama 10 — 1 000 Hz și alta de 30 Hz pentru gamele 100—15 000 Hz și 15 000 — 50 000 Hz.

Pentru analiza zgomotelor este necesar să se folosească un sonometru care amplifică tensiunile generate de traductorul acustic. Rezultatele analizei pot fi urmărite la un instrument cu ac indicator sau pe ecranul unui tub catodic cu remanență. Aparatul este prevăzut și cu borne de ieșire pentru înregistrarea spectrului analizat. În cazul analizei automate „baleiajul" unei game se face în 15 sau 150 s. Analiza

zgomotelor cere un timp mai lung și impune să se lucreze manual.

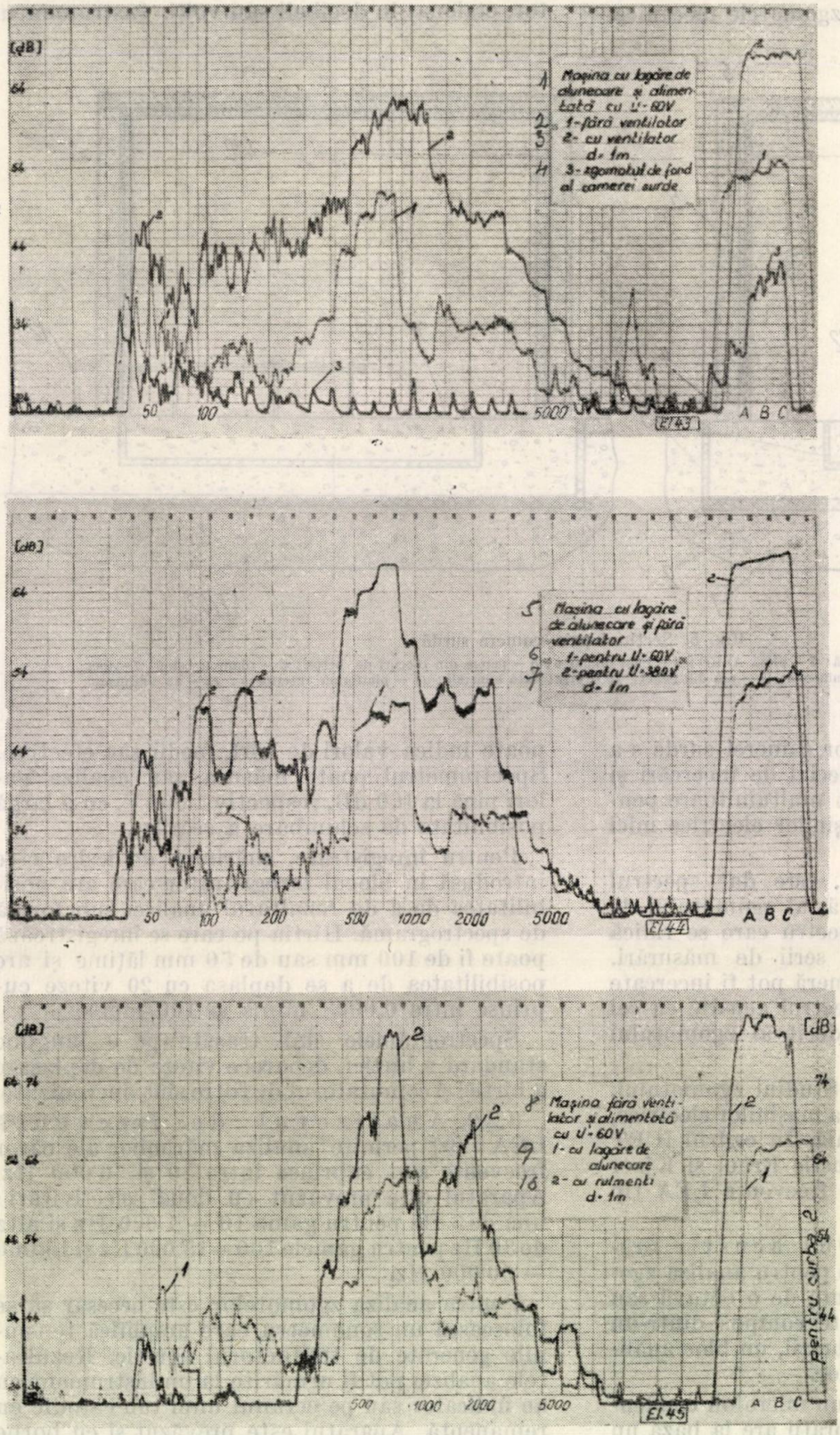


Fig. 6. Spectrele zgomotelor unui motor asincron trifazat 3 kW, 220/380 V, 1430 rot/min, în treimi de octavă:
a – zgomotul de ventilație; *b* – zgomotul magnetic; *c* – zgomotul rulmenților.

3.3. *Metode de separare ale zgomotelor.* Analiza zgomotului mașinilor electrice se poate simplifica prin eliminarea zgomotelor provenite de la diferite surse, căutînd să se obțină, pe cît posibil, numai zgomotul produs de o singură sursă. În felul acesta se va putea determina aportul pe care îl aduce într-o anumită bandă de frecvențe acea sursă la zgomotul global al mașinii. Cele patru componente ale zgomotului, studiate mai sus, se pot elimina prin unele modificări aduse mașinilor sau prin schimbarea regimului lor de lucru.

Eliminarea în mare parte a zgomotului aerodinamic se face prin înlăturarea ventilatorului.

Eliminarea zgomotului magnetic se face fie nealimentînd cu tensiune mașina, dar antrenînd-o din exteriorul camerei surde prin intermediul unui ax auxiliar, fie prin alimentarea mașinii cu o tensiune scăzută la limita minimă ca mașina să se mai mențină în turație.

Eliminarea zgomotului rulmenților se face prin înlocuirea lor cu lagăre de alunecare.

Eliminarea zgomotului periilor se face prin ridicarea lor. (De remarcat că la mașinile asincrone cu colector nu se poate separa zgomotul magnetic de zgomotul periilor.)

3.4. *Stabilirea frecvențelor zgomotelor prin măsurări directe.* În acest scop se separă pe rînd cîte o singură componentă a zgomotului mașinii, eliminînd celelalte surse de zgomot prin metodele arătate.

Componenta zgomotului astfel obținută va fi analizată stabilindu-se frecvențele care au un nivel acustic mai pronunțat. Determinarea frecvențelor cu spectrometrul Brüel și Kjaer se face în limita unei

treimi de octavă, iar cu analizorul LEA se pot determina frecvențele pînă la 1000 Hz cu o selectivitate de 3 Hz pentru cele inferioare și cu o selectivitate de 30 Hz pentru cele superioare.

Cunoscîndu-se din măsurările făcute frecvențele zgomotelor și nivelurile acustice corespunzătoare și comparîndu-le cu cele rezultate din calcul se pot localiza sursele, deci cauzele sau defectele care produc acele zgomote.

În cadrul laboratorului de mașini electrice din ICET s-au făcut analize ale zgomotului mai multor mașini din seria unitară, folosind atît spectrometrul B & K cît și analizorul LEA.

Interpretarea spectrogramelor duce la precizarea cauzelor zgomotului și la indicarea metodelor pentru înlăturarea lor. În figura 6 sînt date ca exemplu spectrogramele componentelor zgomotului unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit.

4. Concluzii

Cunoscînd aspectul acustic al problemei și sursele posibile de generare a zgomotului într-o mașină electrică, precum și procedeele de măsurare și separare a zgomotelor, cu instalația și aparatura aferentă, se poate trece la analiza și interpretarea spectrelor pentru precizarea cauzelor zgomotelor și a diminuării lor.

Bibliografie

[1] *Slavin, I. I.*: — Zgomotul industrial și combaterea lui (Trad. din l. rusă). Ed. tehnică, București, 1957.

[2] Normativ privind limitele admisibile și metodele de reducere a zgomotului industrial TS 125. CCS—ICSPM, 1961.

[3] *Fischer-Hinnen, J.*: Über das Pfeifen von Maschinen. Z. Elektrotechn. Wien **22** (1904) p. 339—340.

[4] *Lübeke, E.*: Entwiklung der Geräuschmesstechnik zur Lärmbekämpfung an elektrischen Maschinen. ETZ-A, **82** (1961), 24, p. 761—766.

[5] *Rimanov, L.*: Analyseur de fréquence à exploration rapide et automatique. Annales des Télecommunications **4** (1949) 7.

[6] *Bădărău, E.* și *Grumăzescu, M.*: Bazele acusticii moderne. Ed. Academiei R.P.R., București, 1961.

[7] STAS 1957—60. Acustica. Terminologie, simboluri și unități de măsură.

[8] Code d'essais relatif à la mesure du bruit des moteurs électriques. Mise au point No. 4266. Électricité de France, Paris, 1956.

[9] *Miesner, E.*: Die Geräusche bei Elektromotoren, ihre Entstehung und Beseitigung. Maschinenwelt und Elektrotechnik **15** (1960), 10.

[10] *Jordan, H.*: Geräuscharme Elektromotoren-Girardet Essen, 1950.

[11] *Erdely, E.*: Predetermination of sound pressure levels of magnetic noise of polyphase inductions motors Trans. AIEE **74** (1955) III, p. 1269—1280.

[12] *Gaillard, M.*: Application de la théorie des bruits magnétiques. Difficulté de la détermination des fréquences de résonance. Colloque sur le bruit des machines. Paris, 1959.

[13] *Gunnar, M.*: Le problème du bruit des machines électriques. ASEA Revue **33** (1961), 1.

[14] *François, M.*: Bruit de ventilation. Colloque sur le bruit des machines, Paris, 1959.

[15] *Rentzsch, H.*: Luftströmungsgeräusche in elektrischen Maschinen. ETZ-A, **82** (1961) 24, 792—798.

[16] *Delahaye, J.*: Les bruits d'origine magnétique. Colloque sur le bruit des machines, Paris, 1959.

[17] *Muhlersen, K.*: Beitrag zur Geräuschuntersuchung an elektrischen Maschinen kleiner Leistung. Diss Technische Hochschule, Stuttgart, 1958.

[18] *Voronețchii, B. B.* și *Kucer, E. R.*: Magnitnii șum asinhronik elektrodvigatelei. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1958.

[19] *Subov, I. G.*: Opredelenie urovnia magnitnova șuma mașin postoianova toka metodom elektromehaniceskoi analoghii. Elektricestvo, **78** (1958), 4.

[20] *Schmidt, K.*: Gehäuseschwingungen von Gleichstrommaschinen als Ursache magnetischer Geräusche. Arch. Elektrotechn. **32** (1938), 8.

[21] *Richter R.*: Mașini electrice, vol. IV. (trad. din l. germană). Ed. tehnică, București, 1961.

[22] Messen von Körperschall in Wälzlagern. Die Kugellager — Zeitschrift, nr. 1, 1962.

[23] *Kuhnlenz, K.*: Laufgeräuschprüfung an Wälzlagern. Die Technik, **11** (1956), 10.

[24] *Spiițn, A. N.* ș.a.: Podsipnichi kacenia (spravocinoe posobie) Naucino-tehniceskoi izdatelstvo, Moscova, 1916.

[25] *Unterberger, M.*: Geräuschuntersuchungen an Wälzlagern in Elektromotoren VDI — Z, **93** (1956), 6.

[26] *Astrahov, N. V.*: Scetocinii șum odnofaznih kollektornih mikrodvgatelei. Elektricestvo, **79** (1959), 9.

[27] Camere surde pentru studiul zgomotului mașinilor electrice și alte lucrări acustice. Informare tehnică CAER nr. OAB 139.485/1958.

[28] Audio Frequency Spectrum Recorder type 3312. Brüel & Kjaer, Naerum. Denmark (catalog).

[29] Analyser AF 10 Sh. LEA, Laboratoire. Electro-Acoustique. Paris (catalog).

Intrat în redacție la 9.12.1962

Transformatoare de curent izolate în rășini de turnare

6f 969/64

Gheorghe Baștiurea și Gheorghe Nistor* — București

Rășinile de turnare se introduc, în prezent pe o scară largă, în tehnologia aparatelor electrice. Lucrarea notează problemele principale ale tehnologiei de înglobare a transformatoarelor de măsură de curent în rășini epoxidice de turnare, după ce prezintă în prealabil aspectul tehnico-economic și descrie caracteristicile rășinilor epoxidice de turnare.

CZ 621.314.224.3 : 621.315.616.96

Utilizarea rășinilor de turnare în construcția transformatoarelor de măsurat datează de circa 15 ani. În literatură se tratează într-o măsură insuficientă problemele legate de particularitățile constructive ale acestor transformatoare, precum și problema tehnologiei izolării lor în rășina de turnare. Prezentul articol contribuie la completarea informațiilor pe care literatura trebuie să le ofere specialiștilor în acest domeniu. Articolul se referă numai la transformatoarele de curent cu tensiunea nominală pînă la 10 kV, izolate în rășină epoxidică de turnare cu întărire la cald.

1. Aspectul tehnico-economic al problemei

Transformatoare de tip uscat, izolate în rășină de turnare, se fabrică astăzi în marea majoritate a țărilor industriale pentru seriile de 10, 20, 30, și 35 kV de tip suport și de trecere, și pentru 60 și 110 kV de tip suport și funcționare de interior [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Limita de tensiune pînă la care se construiesc transformatoare ca piese unitare este astăzi de 110 kV. Cu montaje în cascadă, domeniul de tensiune a fost extins încă mai sus. În ultimul timp există tendința de a izola în rășină și transformatoarele de 6 și 3 kV, precum și cele de joasă tensiune [7].

Izolarea în rășină de turnare a transformatoarelor de măsurat duce la construcții mult mai simple, evitîndu-se complicațiile cuvelor cu ulei sau ale izolatoarelor de formă specială, cum este cazul la transformatoarele de tip uscat. Transformatoarele din noua construcție mai au o serie de avantaje, ca : volum și greutate mult mai mici, aparatul este incomparabil mai robust, rezistență la curenți de scurtcircuit foarte mare etc. [8]

Factorii care au determinat utilizarea rășinii epoxidice la izolarea transformatoarelor de curent, în locul izolației de porțelan întîlnită la construcțiile clasice uscate și al uleiului la cele izolate în ulei, sînt atît de natură tehnică, cît și economică.

Din punct de vedere economic, problema folosirii transformatoarelor izolate în rășină sau a celor izolate în porțelan se rezolvă în favoarea celor din prima categorie. În fabricația curentă există transformatoare izolate în porțelan pentru 10 kV atît de tip suport cît și de trecere, însă tipul suport duce la un preț de cost ridicat, așa încît se preferă întrebuințarea tipului de trecere și în locurile unde un transformator de tip suport (care bineînțeles este mai puțin ancombrant) ar satisface necesitățile. Așa stînd lucrurile, înseamnă că transformatoarele de tip suport izolate în rășină de turnare sînt menite pe de o parte să înlocuiască transformatoarele tip de trecere izolate în porțelan care s-ar folosi în locul celor suport, iar pe de altă parte ele înlocuiesc transformatoarele de tip suport cu izolație clasică în porțelan. Transformatoarele tip de trecere izolate în rășini de turnare vor înlocui evident același tip de transformatoare izolate însă în porțelan. În valori procentuale rezultă economiile indicate în tabela 1.

Tabela 1

Reducerea procentuală a prețului de cost și a greutății transformatoarelor de 10 kV izolate în rășină epoxidică, în comparație cu cele izolate în porțelan

		Transformatoare izolate în porțelan			
		tip suport		tip de trecere	
		preț de cost	greutate	preț de cost	greutate
Transformatoare izolate în rășină epoxidică, de 10 kV	tip suport	85	40	20	50
	tip trecere	—	—	14	45

Reducerea greutății și a volumului transformatoarelor izolate în rășină epoxidică, afară de efectul direct al obținerii unor aparate cu indici tehnico-economici mai buni, are și un efect indirect prin faptul că reduce spațiul necesar montării lor, lucru de mare importanță în special la stațiile de distribuție capsulate.

Datorită eficacității economice mai mari, pe care o prezintă izolarea în rășină a transformatoarelor de tip suport față de cele tip de trecere, experimentările efectuate la ICET s-au făcut pe transformatoare tip suport. În acest scop s-au realizat transformatoare de curent cu primarul bobinat, izolate atît pentru joasă

* Ing. *Gh. Baștiurea* este inginer principal la M.M.C.M. — Direcția generală a industriei electrotehnice ; ing. *Gh. Nistor* este cercetător la ICET.

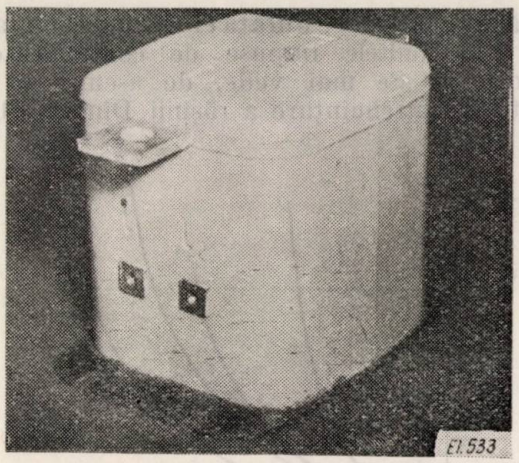


Fig. 1. Transformator de curent tip suport, 0,5 kV; 400/5 A; cls. 0,5; 15 VA; izolat în rășină epoxidică Dinox-110.

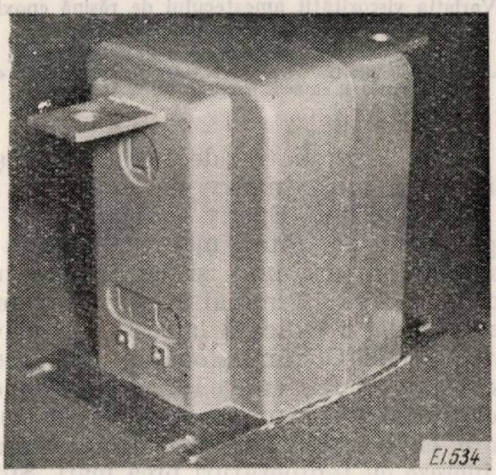


Fig. 2. Transformator de curent tip suport, 6 kV; 100/5/5 A; cls. 0,5/3; 15/30 VA; izolat în rășină epoxidică Dinox-110.

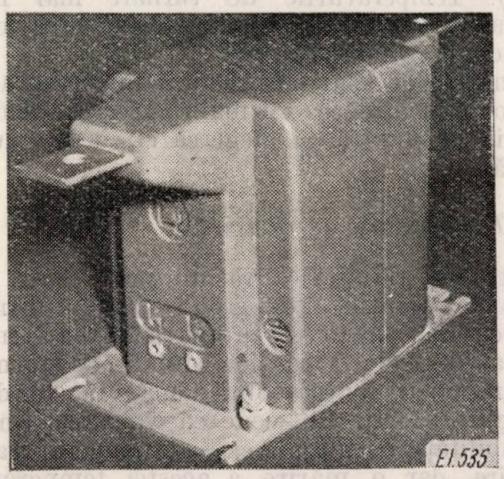


Fig. 3. Transformator de curent tip suport, 10 kV; 50/5/5 A; cls. 1/3; 15/30 VA; izolat în rășină epoxidică Dinox-110.

tensiune, și anume de 0,5 kV (fig. 1), cît și pentru înalte tensiuni de 6 kV (fig. 2) și 10 kV. Pentru tensiunea de 10 kV s-au realizat două tipuri constructive, și anume un transformator izolat complet în rășină (fig. 3 și 4) și, respectiv, un transformator avînd izolate numai înfășurările (fig. 5).

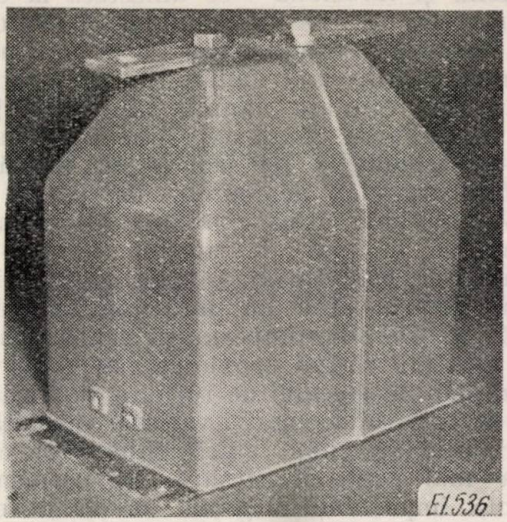


Fig. 4. Transformator de curent tip suport, 10 kV; 100/5/5 A; cls. 0,5/3; 15/30 VA; izolat în rășină epoxidică Dinox-110.

Fig. 5. Transformator de curent tip suport, 10 kV; 50/5 A; cls. 1; 15 VA; numai înfășurările izolate în rășină epoxidică Dinox-110.

2. Rășina de turnare

După cum se știe, rășina epoxidică termoplastă, numită și „rășină de bază", pentru a trece în stadiul tridimensional — deci la forma insolubilă și infuzibilă — se amestecă la cald cu un agent de întărire numit și „întăritor". După turnarea în formă, aceasta este menținută un anumit timp la o anumită temperatură la care are loc așa numita „întărire" [8].

La ICET s-au făcut experimentări, stabilindu-se tehnologia de izolare în rășină a transformatoarelor de curent de 0,5; 6 și 10 kV, folosind rășini epoxidice de turnare cu întărire la cald, de tipurile: Araldit B cu întăritor 901, Epoxy — 2000 cu întăritor Fl, și Dinox — 110 cu întăritor anhidridă ftalică [8]. De mare importanță pentru tehnologia utilizării rășinii epoxidice este problema viscozității amestecului de turnare după adăugarea întăritorului, cum și variația viscozității materialului în timp, adică timpul în care rășina mai poate fi turnată. De asemenea, prezintă importanță alegerea corectă a temperaturii de turnare și a celei de întărire.

2.1. *Durata de întrebuințare*

După adăugarea întăritorului, viscozitatea amestecului scade la început, pentru ca ulterior, datorită reacției între rășină și întăritor, să crească după o curbă hiperbolică, iar după un anumit timp să se ajungă la un corp solid. Dacă alegem ca viscozitate până la care se mai poate lucra cu materialul cifra de 1500 CP, numim durată de întrebuințare timpul de la începutul efectuării amestecului până se ajunge la această viscozitate. Durata de întrebuințare diferă de la o rășină la alta și este în funcție de natura întăritorului și de temperatura la care are loc reacția. Folosirea acestor rășini este cu atît mai dificilă, cu cît durata de întrebuințare este mai mică. Tipul rășinilor de turnare (excludem rășinile de impregnare) care a fost realizat de industria chimică are această durată până la circa o oră.

În figura 6 se dau curbele de variație a viscozității cu timpul, la temperatura de 122°C, la trei tipuri de rășini epoxidice. Durata de întrebuințare este diferită și anume 24 min la rășina de Epoxy — 2000 cu întăritor Fl, 46 min la rășina Dinox — 110 cu întăritor anhidridă ftalică, și 57 min la rășina Araldit B cu întăritor 901*). Din acest punct de vedere, rășina Araldit B este superioară celorlalte rășini. Nu se poate spune că rășina Epoxy — 2000 cu întăritor Fl satisface cerințele tehnologice de utilizare la izolarea transformatoarelor de măsurat, deoarece durata ei de întrebuințare este sub limitele impuse de considerentele tehnologice. Se mai vede, de asemenea, că durata de întrebuințare a rășinii Dinox — 110

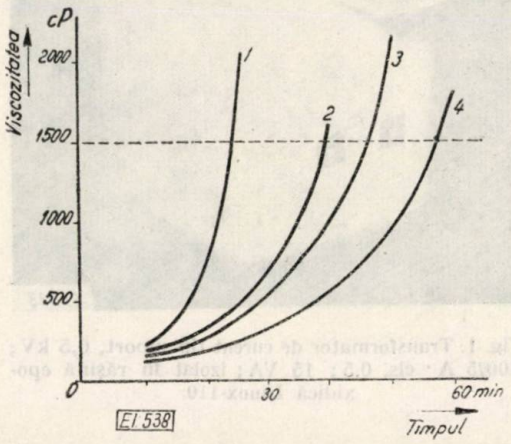


Fig. 6. Variația viscozității amestecului de rășină epoxidică cu întăritor funcție de temperatură:
1 — rășină Epoxy — 2 000 cu 35% întăritor Fl, la 122°C; *2* — rășină Dinox — 110 cu 30% anhidridă ftalică, la 126°C; *3* — ca la curba *2*, pentru 122°C; *4* — rășină Araldit B cu 30% întăritor 901, la 122°C.

este relativ apropiată de cea a rășinii Araldit B, și aproximativ de două ori mai mare decît a rășinii Epoxy — 2000.

După cum s-a arătat mai sus, durata de întrebuințare diferă însă și cu temperatura. Tot în figura 6 se dă numai un singur exemplu și anume curba 2 ridicată la 126°C și curba 3 ridicată la 122°C, amîndouă pentru rășina Dinox — 110. Vedem cum o ridicare a temperaturii cu numai 4°C a micșorat durata de întrebuințare cu 6 min. Nu este deci avantajos să se lucreze cu temperaturi prea mari. Singurul avantaj care s-ar obține ar fi o micșorare a viscozității la începutul intervalului de timp de care ne ocupăm (în figura 6, aceasta nu apare, diferența de temperatură fiind prea mică). Temperaturile de turnare mai mici duc la o viscozitate inițială a rășinii prea mare și deci nu sînt indicate.

Din cele de mai sus rezultă importanța pe care o au menținerea cît mai riguroasă a temperaturii de turnare, și alegerea ei cît mai judicioasă.

2.2. *Temperatura de întărire*

Întărirea chimică a rășinii poate avea loc la o temperatură de 100 — 200°C, într-un timp care variază invers proporțional cu temperatura. Curbele variației stabilității termice cu timpul, la temperatură constantă, sînt date în figura 7 [9]. Se vede că valoarea limită a stabilității termice crește cu temperatura de întărire, dar o mărire a acestei temperaturi peste 180°C nu este indicată.

În timpul întăririi rezultă o contracție volumetrică a rășinii, contracție care este cu atît

* Mulțumim pe această cale tov. chim. *F. Stoenescu*, șef de laborator la ICECHIM, sub îndrumarea căreia au fost ridicate curbele de viscozitate ale tipurilor de rășini epoxidice indicate în text.

mai mare cu cît temperatura de întărire este mai mare. Pentru rășina epoxidică Epilox EG1, întărită cu anhidridă ftalică, această contracție are următoarele valori [10]:

0,6...0,8%, pentru întărire la 100°C;
1,3...1,5%, pentru întărire la 140°C;
2 ...2,2%, pentru întărire la 180°C.

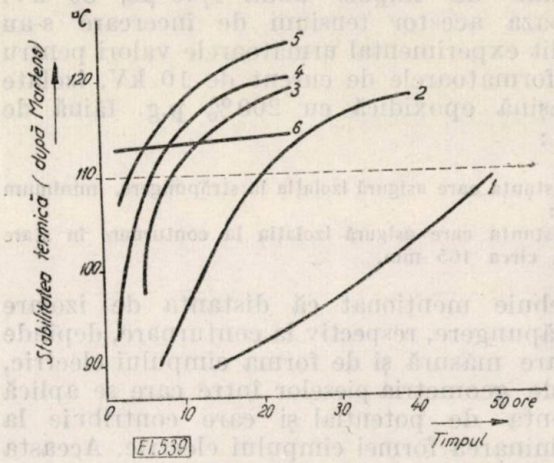


Fig. 7. Stabilitatea termică (după Martens) în funcție de timpul de întărire la diferite temperaturi. Temperatura de întărire: curba *1* la 100°C; curba *2* la 120°C; curba *3* la 140°C; curba *4* la 160°C; curba *5* la 180°C; curba *6* la 200°C.

Deși, față de alte rășini, contracția la rășina epoxidică este relativ mică, totuși, în aplicațiile noastre, ea are un rol foarte important și uneori chiar hotărîtor, putînd limita utilizarea rășinii la anumite aparate [11], [12].

Răcirea corpului turnat de la temperatura de întărire la cea a mediului ambiant dă încă o contracție care ascultă de legile clasice ale fizicei și care, bineînțeles, este proporțională cu diferența celor două temperaturi.

3. Materialul de umplutură

Adăugarea materialelor de umplutură în amestecul de turnare a fost determinată, în primul rînd, de următorii factori: micșorarea contracției amestecului de turnare și ieftinirea produsului. Prin alegerea judicioasă a materialului de umplutură se obține și o îmbunătățire a rigidității dielectrice, a coeficientului de conductibilitate termică și a altor caracteristici fizico-mecanice [8].

La izolarea transformatoarelor de curent, cel mai convenabil material de umplutură este făina de cuarț. Proporția de amestec este de 200 p. g. (părți din greutate) făină de cuarț la 100 p. g. rășină. Această proporție este determinată de faptul că cantități mai mari de făină de cuarț duc la mărirea viscozității amestecului de turnare și, prin aceasta, la dificultăți tehnologice de turnare. Cantități mai mici, și anume pînă la 100 p. g. făină de cuarț la 100 p.g. rășină, au dat rezultate satisfăcătoare numai la transformatoare de joasă tensiune, pentru că acestea au un volum mai mic. În general, noi nu avem nici un interes să micșorăm cantitatea de material de umplutură, deoarece aceasta ar fi în contradicție cu scopul pentru care le adăugăm. La proporția de amestec de 200 p. g. cuarț la 100 p.g. rășină, conductibilitatea termică a amestecului de turnare crește de circa patru ori [13], coeficientul de dilatare liniară scade de la $60-65\cdot10^{-6}$ mm/mm°C la circa $30-35\cdot10^{-6}$ mm/mm°C [8], iar rigiditatea dielectrică crește de la 140 kV/cm la 225 kV/cm (disc de 3 mm grosime, cu electrozi plani paraleli, după CEI).

Făina de cuarț a fost obținută prin măcinarea nisipului cuarțos spălat, la următoarea granulație*:

— reziduu pe sita cu 900 ochiuri/cm² % max. —;
— reziduu pe sita cu 3 000 ochiuri/cm² % max. 4—5;
— reziduu pe sita cu 10 000 ochiuri/cm² % max. 13—15.

4. Formele de turnare

Pentru a se obține piesa de rășină cu transformatorul de curent înglobat în ea, se așază transformatorul într-o formă rigidă, în care apoi se toarnă amestecul de turnare. Forma trebuie să aibă o rezistență mecanică suficientă pentru a nu se deforma în timpul operațiilor ce se fac cu ajutorul ei (montarea transformatorului în formă, umplerea formei cu amestecul de turnare, întărirea rășinii etc.). Forma trebuie așa fel concepută, încît să permită demontarea ei după întărirea rășinii, în care scop se prevede o înclinație a pereților drepți cu circa 3—5%. În cazul cînd se folosesc miezuri în componența formei de turnare, se evită muchiile ascuțite care dau tensiuni interne în corpul turnat.

Ca materiale pentru forma de turnare se pot folosi aproape toate metalele (oțelul, alama, aluminiul etc.). Se mai pot folosi și forme de turnare confecționate din rășină epoxidică sau cauciuc siliconic [14]. Suprafața interioară a formei de turnare trebuie prelucrată foarte curat, pentru ca piesa turnată să rezulte cu suprafața lustruită.

Pentru scopurile noastre, cele mai indicate forme sînt cele din tablă de oțel de circa 2,5 mm grosime, ambutisată și lustruită în interior. Costul relativ ridicat al matriței este compensat de faptul că se poate executa apoi un număr relativ mare de forme de turnare cu o cheltuială minimă de manoperă, forme care pot servi la un număr foarte mare de turnări, deoarece au o durată de întrebuințare practic nelimitată în condiții normale de lucru.

4.1. *Agenți de demulare*

Pentru a împiedica aderența rășinii la pereții formei de turnare, se ung cu un agent

* Mulțumim pe această cale tov. ing. *I. Capotă*, cercetător principal la ICET, pentru concursul dat prin pregătirea făinei de cuarț.

de demulare toate părțile formei care vin în contact cu rășina.

În acest scop se pot întrebuința lacuri și unsori siliconice [14]. Cele mai bune rezultate se obțin prin lăcuire, și ulterior, ungere în strat foarte subțire cu unsoare siliconică. La ICET s-au obținut rezultate foarte bune cu următoarele produse [15]: Releasil 7 Compound (Silicone Grease Type DC7 Compound) și Releasil 16. În vederea întrebuințării acestor unsori siliconice se procedează în modul următor: se degresează întîi suprafața interioară a formei și apoi se întinde într-un strat foarte subțire unsoarea respectivă, fără nici un alt tratament suplimentar. Ungerea este bine să se facă de fiecare dată cînd urmează o nouă turnare de rășină.

4.2. *Indicații constructive asupra formelor de turnare*

De obicei forma de turnare este asamblată din mai multe părți componente. Îmbinările trebuie să fie etanșe pentru ca rășina să nu curgă. Etanșarea se poate realiza în două feluri: prin flanșe șlefuite sau prin îmbinări simple și ulterior chituite.

Etanșarea prin flanșe scumpește forma într-o oarecare măsură, dacă considerăm aceasă flanșă aplicată prin sudură și apoi prelucrată. Din această cauză, formele cu flanșe sînt indicate numai la volume relativ mici, unde operațiile de prelucrare nu implică o rigidizare suplimentară a formei.

Formele chituite nu necesită suprafețe de îmbinare absolut plane. Etanșarea este asigurată cu un chit de rezistență mecanică nu prea mare și rezistent la temperatura de întărire a rășinii. Chitul trebuie să poată fi îndepărtat ușor în vederea desfacerii părților componente ale formei de turnare.

La ICET s-a folosit cu rezultate satisfăcătoare chitul de cuțit simbol 721 produs de LCCLC — București.

La proiectarea formelor de turnare mai trebuie avută în vedere poziția de turnare. Indiferent dacă turnarea se face în vid sau în aer la presiunea normală, orificiul de turnare trebuie lăsat cît mai mare, pentru că în acest fel se înlesnește mult turnarea în sine, iar pe de altă parte, în cazul turnării în aer liber, acest orificiu trebuie să permită eliminarea treptată a bulelor de aer. Deoarece suprafața pe unde s-a făcut turnarea formează o concavitate din cauza contracției de polimerizare a rășinii, iar în cazul turnării în aer ea mai prezintă și bule de aer sau spumă, această suprafață trebuie să se afle la partea inferioară a transformatorului. Rezultă că în poziția de turnare, transformatorul trebuie să stea răsturnat.

5. Date pentru proiectarea transformatoarelor

5.1. *Distanțe de izolare*

Pentru stabilirea distanțelor de izolare a transformatoarelor de 10 kV s-au luat în considerare următoarele tensiuni de încercare [16]: tensiune la 50 Hz timp de un min, 42 kV; tensiune de impuls undă 1/50 μs, 80 kV. Pe baza acestor tensiuni de încercare s-au stabilit experimental următoarele valori pentru transformatoarele de curent de 10 kV, izolate în rășină epoxidică cu 200% p.g. făină de cuarț:

— distanța care asigură izolația la străpungere, minimum 6 mm;
— distanța care asigură izolația la conturnare în stare uscată, circa 165 mm.

Trebuie menționat că distanța de izolare la străpungere, respectiv la conturnare, depinde în mare măsură și de forma cîmpului electric, deci de geometria pieselor între care se aplică diferența de potențial și care contribuie la determinarea formei cîmpului electric. Aceasta înseamnă că distanțele date mai sus sînt numai informative. Trebuie făcută observația că, la tipurile de transformatoare construite la ICET, s-a lucrat și cu distanțe de izolare de 5 mm pentru străpungere și 130 mm pentru conturnare.

5.2. *Densitatea de curent și încălzirea*

Din măsurările de încălzire efectuate asupra unor transformatoare de 0,5 și respectiv 10 kV tensiune nominală, au rezultat următoarele densități de curent admisibile pentru temperaturi de încălzire corespunzătoare izolației de clasă A:

— seria 0,5 kV — 2.4 A/mm²;
— seria 10 kV — 2,2 A/mm².

Temperatura limită dată de clasa de izolație a izolanților care intră în componența transformatorului nu reprezintă, în marea majoritate a cazurilor, limita de temperatură pînă la care se încălzește transformatorul la un curent cu 20% mai mare decît cel nominal. Densitatea de curent în înfășurarea secundară este, de cele mai multe ori, mai mică, deoarece impedanța secundară crește odată cu micșorarea secțiunii conductorului și, astfel, se pot ivi dificultăți în ce privește obținerea unei anumite clase de precizie pentru o putere dată.

Într-adevăr, relațiile care dau erorile de măsurat la un transformator de curent sînt următoarele [17]:

$$f = -\frac{J_0}{J_1}\cos(\beta_0-\beta)100, \% \qquad (1)$$

și

$$\delta = 3450\frac{J_0}{J_1}\sin(\beta_0-\beta), \text{ min}, \qquad (2)$$

unde :

f este eroarea de raport ;
δ — eroarea de unghi ;
J_0 — curentul de gol (numit impropriu „de gol", prin analogie cu transformatoarele de forță) ;
J_1 — curentul primar ;
β_0 — unghiul format de vectorul curentului de gol cu vectorul f.e.m. ;
β — unghiul format de vectorul curentului secundar cu cel al f.e.m.

Din formulele (1) și (2) rezultă că erorile depind în mod direct proporțional de curentul de gol. Curentul de gol însă rezultă ca o consecință a forței electromotoare în transformator și care este dată de relația [17] :

$$E = J_2 \sqrt{(r_2 + R_2)^2 + (\omega \lambda_2 + \omega L_2)^2}, \quad (3)$$

unde :

E este t.e.m. în transformator ;
J_2 — curentul secundar ;
r_2, λ_2 — rezistența și, respectiv, inductanța de scăpări a înfășurării secundare a transformatorului ;
R_2, L_2 — rezistența și, respectiv, inductanța circuitului secundar de sarcină al înfășurării secundare.

Din relația (3) se vede că R_2 și L_2 fiind date (aceste mărimi determină puterea transformatorului), t.e.m. este cu atît mai mare cu cît impedanța internă a transformatorului este mai mare și deci în mod implicit r_2 — rezistența înfășurării, adică cu cît secțiunea înfășurării secundare este mai mică. Curentul de gol rezultînd și el mai mare (după curba de magnetizare a materialului magnetic folosit), rezultă din relațiile (1) și (2) că erorile transformatorului cresc.

Densitatea de curent în înfășurarea primară este în orice caz mai mică, pentru că secțiunea conductorului trebuie să facă față și la curentul limită termic, pentru care temperatura nu trebuie să depășească limita de 250°C pentru clasa A de izolație (STAS 4324-54).

Din considerentele arătate rezultă în plus că mărirea conductibilității termice a amestecului de turnare, pentru izolarea transformatoarelor de curent pînă la 10 kV, nu este necesară. Este posibil ca, la tensiuni mai mari, să fie necesar să se caute mijloace prin care să putem îmbunătăți conductibilitatea termică a amestecului de turnare. Pe de altă parte, întrebuințarea de materiale electroizolante de clasă superioară duce la mărirea cifrei de supracurent care, de exemplu, pentru clasa B de izolație, poate merge pînă la o temperatură de încălzire de 300°C, adică cu 20% mai mult decît pentru clasa A.

6. Particularități în construcția transformatoarelor

Pentru execuția transformatoarelor în vederea izolării lor în rășină există anumite particularități constructive care se vor arăta în cele ce urmează.

6.1. *Consolidarea înfășurărilor*

Înfășurarea secundară se execută direct pe carcase confecționate din material electroizolant ; înfășurarea primară se execută separat pe șablon și apoi se impănează față de înfășurarea secundară prin pene confecționate anterior prin turnare din același amestec de turnare ca și cel ce se toarnă la izolarea transformatoarelor. Astfel se obține un mediu izolant omogen. În literatură se indică încă o metodă, care constă în turnarea, în jurul înfășurării secundare, a unui strat de rășină care cuprinde distanța de izolare între primar și secundar [18]. Peste această izolație se execută înfășurarea primară. Dezavantajul acestei metode constă în faptul că necesită o turnare în plus. Unele firme folosesc, în locul stratului de rășină, un bandaj de carton electroizolant, care constituie izolația între primar și secundar.

6.2. *Menținerea distanței de izolare la forma de turnare*

Cum este cazul la transformatoarele de joasă tensiune, rigidizarea transformatorului față de formă se face prin fixarea bornelor primare, și astfel se mențin suficient de bine și distanțele de la transformator la formă.

Pentru transformatoarele de înaltă tensiune avînd numai bobinele izolate în rășină, rigidizarea ansamblului de bobine fixate între ele prin impănare se face prin intermediul miezului, prevăzut pentru a se obține din turnare locașul necesar introducerii tolelor care formează circuitul magnetic. Această metodă este destul de eficace, însă necesită bineînțeles o conexiune aproximativ flexibilă între bornele primare și capetele înfășurării propriu-zise.

Pentru transformatoarele de înaltă tensiune, avînd atît înfășurările cît și pachetul de tole înglobate în rășină, cele mai bune rezultate s-au obținut fixînd partea activă a transformatorului de placa de bază prin intermediul pachetului de tole. Placa de bază se fixează apoi de forma de turnare. În placa de bază este decupată porțiunea centrală, pe acolo făcîndu-se turnarea.

6.3. *Evitarea muchiilor*

Contracția de polimerizare ca și cea termică duc, în mod inevitabil, la apariția de tensiuni interne în masa de rășină care îmbracă diferitele piese metalice. Aceste tensiuni interne pot deveni periculoase, adică să ducă la fisurarea corpului de rășină, fie în timpul răcirii transformatorului

de la temperatura de polimerizare a rășinii pînă la temperatura ambiantă, fie în timpul funcționării în exploatare la eforturile date de curenții de scurtcircuit ai rețelei pe care transformatorul o deservește. Măsurile care trebuie luate sînt de natură să reducă aceste tensiuni interne și să le mențină în limite nepericuloase. Ne referim în primul rînd la piesele auxiliare, ca : piese de strîngere a pachetului de tole, piese intermediare de fixare a transformatorului pe placa de bază, bornele primare și secundare, precum și miezurile cînd este cazul. Toate muchiile care se opun contracției rășinii și care ar putea da naștere la tensiuni interne locale în masa de rășină trebuie evitate fie prin rotunjirea lor, fie printr-o formă constructivă mai judicios aleasă.

6.4. *Perne elastice*

Măsurile arătate mai sus la punctul 6.3., menite să ducă la micșorarea tensiunilor interne în masa de rășină, nu sînt suficiente cînd introducem în rășină atît înfășurările transformatorului cît și pachetul de tole. Nu a fost nevoie de măsuri suplimentare la izolarea în acest

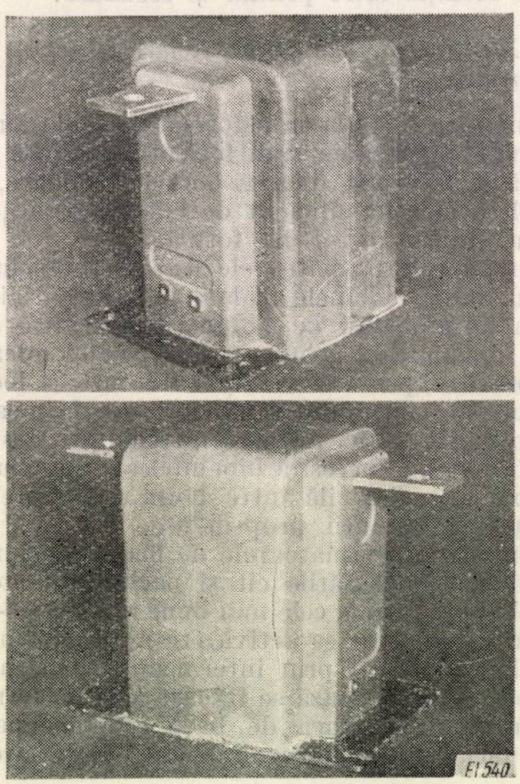


Fig. 8. Transformatoare de curent 6 kV ; 100/5/5 A ; cls. 0,5/3 ; izolate în rășină epoxidică. Corpul de rășină prezintă numeroase fisuri observate la scoaterea transformatoarelor din forma de turnare.

fel a unui transformator de joasă tensiune de 400/5 A (fig. 1). Transformatoarele de 6 și 10 kV au prezentat totdeauna fisuri, dacă nu la scoaterea din formă, atunci la cel mai mic șoc termic (fig. 8).

Pentru a înlătura acest inconvenient s-a recurs la folosirea pernelor sau capitonajelor elastice, menite să preia eforturile ce se nasc la contractarea rășinii, evitîndu-se în acest fel tensiunile interne periculoase. Drept capitonaj s-a folosit, cu rezultate foarte bune, o foaie de 1 mm grosime, confecționată din butil-cauciuc nevulcanizat. El a fost înfășurat în special pe pachetul de tole.

Foaia de cauciuc folosită în stare nevulcanizată are avantajul că se mulează ușor după piesele pe care le îmbracă, rămînînd în poziția în care a fost mulată și fixată ulterior cu un număr foarte mic de legături executate cu bandă de bumbac.

6.5. *Impregnarea*

Înainte de a fi introdus în forma de turnare, ansamblul transformatorului se impregnează în lac electroizolant după metodele cunoscute din tehnica impregnării sub vid. Impregnarea este necesară să se facă asupra tuturor părților transformatorului care urmează să se izoleze în rășină, din următoarele motive :

— rășina folosită nu asigură o impregnare a bobinajelor, deoarece, în amestec cu materialul de umplutură, viscozitatea amestecului este relativ ridicată ;

— aerul cuprins în spațiile foarte fine din bobinaj și, respectiv, din pachetul de tole are o influență negativă asupra tehnologiei de turnare a rășinii, și în special cînd turnarea se face sub vid.

Pentru transformatoarele de volum mic, cum este uneori cazul la cele de joasă tensiune și care se izolează în rășină la presiunea normală, deci fără vid, nu este necesar să se impregneze întreg transformatorul, ci numai înfășurările.

La impregnare în lac electroizolant, singura problemă care se pune este compatibilitatea lacului, atît cu rășina de turnare ca produs finit termorigid, cît și cu componentele acesteia, adică rășina de bază, întăritorul și celelalte materiale, pentru perioada de timp ce se scurge de la turnare și pînă se produce întărirea chimică. La ICET s-a folosit lacul ALM, produs de FCME — București.

7. Izolarea în rășină a transformatoarelor

În urma experimentărilor efectuate, s-a ajuns la următoarele soluții tehnologice impuse de considerente tehnico-economice :

— transformatoarele de 0,5 kV se izolează în întregime cu rășină, turnarea acesteia făcîndu-se la presiunea atmosferică ;

— transformatoarele de 6 și 10 kV se izolează în rășină parțial, adică numai înfășurările, sau în întregime, turnarea rășinii făcîndu-se sub vid.

Pentru pregătirea și turnarea rășinii s-a folosit o instalație de laborator, reprezentată schematic în figura 9. Ea se compune, în principiu, din două autoclave, și anume: una de

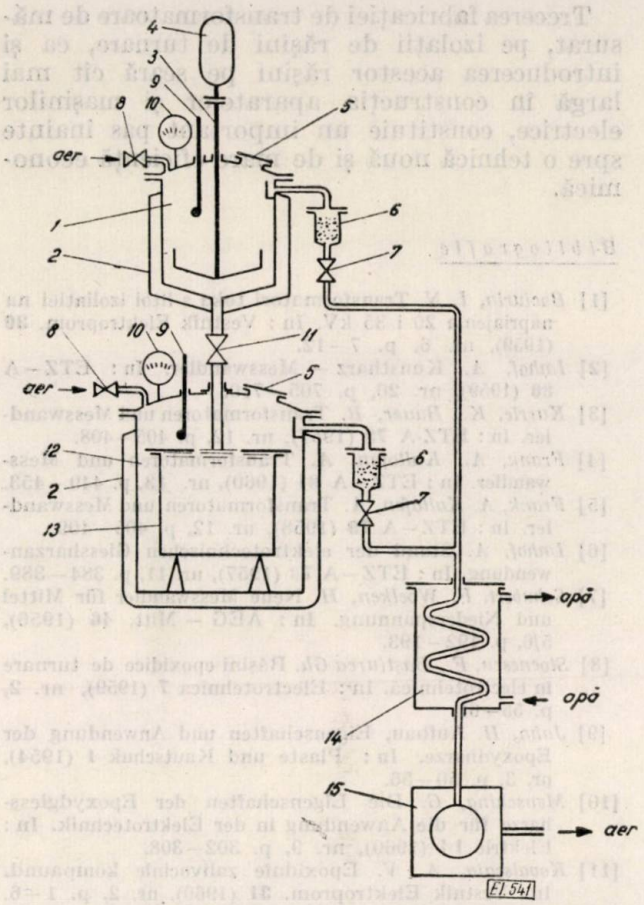


Fig. 9. Instalație de laborator pentru prepararea și turnarea rășinii epoxidice sub vid:
1 — autoclavă pentru pregătirea amestecului de turnare; *2* — cămașă de încălzire; *3* — agitator; *4* — motor pentru acționarea agitatorului; *5* — vizor; *6* — filtru cu vată de sticlă; *7* — robinet pentru vid; *8* — robinet pentru admisie aer; *9* — termometru; *10* — vacuummetru; *11* — robinet pentru rășină; *12* — autoclavă pentru turnare sub vid; *13* — forma de turnare; *14* — condensator răcit cu apă; *15* — pompă de vid.

pregătire a amestecului de turnare (poz. *1*), și a doua de turnare sub vid (poz. *12*), în care se găsește și forma de turnare împreună cu transformatorul (poz. *13*), instalația de vid și aparatura de măsurat.

Tehnologia izolării în rășină a transformatoarelor cuprinde următoarele faze:

7.1. *Încălzirea și deshidratarea transformatorului*

În vederea efectuării turnării amestecului de turnare, transformatorul, montat fiind în formă, trebuie să se găsească la temperatura de turnare și, în plus, el trebuie să fie ținut un anumit timp sub temperatură pentru deshidratarea materialelor care intră în componența sa. Acest lucru este necesar indiferent de tensiunea nominală a transformatorului.

În cazul că nu se efectuează o deshidratare suficient de bună, piesa turnată rezultă cu bule. Pentru transformatoarele de 10 kV, deshidratarea se poate considera terminată, dacă se ține transformatorul circa opt ore la 110°C, și apoi două ore la 125°C. După acest ciclu urmează turnarea.

7.2. *Pregătirea amestecului de turnare*

Amestecul de turnare se compune din următoarele materiale:
— rășină epoxidică,
— întăritor,
— material de umplutură,
— colorant.

Rășina și întăritorul se livrează de către producătorul respectiv, care indică și proporția de amestec. În vederea amestecării, rășina și respectiv întăritorul se topesc separat la 140°C și apoi se filtrează, prin sită de 900 ochiuri/cm² de eventuale impurități fizice.

Materialul de umplutură, respectiv făina de cuarț, trebuie în prealabil deshidratat, operație care se face la temperatura de 120°C timp de circa zece ore, sau la 250°C timp de circa patru ore, și apoi cernut prin sită de 900 ochiuri/cm².

Colorantul se alege după dorință, trebuind numai să se dizolve în rășină și să aibă o temperatură de descompunere mai mare decît temperatura de turnare a amestecului respectiv. În vederea introducerii în masa de turnare, el trebuie cernut, de asemenea, printr-o sită de 900 ochiuri/cm².

Amestecarea materialelor arătate mai sus se efectuează în ordinea următoare:

a) Se amestecă rășina topită (140°C), făina de cuarț (140°C) și colorantul, și se degazează la o presiune de circa 30 mm Hg, pînă ce se constată că nu mai ies bule gazoase. Degazarea se face cu agitare continuă. Proporția de amestec este 200 p.g. făină de cuarț și 0,1...10% colorant la 100 p.g. rășină.

b) Se adaugă întăritorul lichid (140°C) în proporția de 30...35 p.g. (variază după tipul rășinii și se indică de fabicant) la 100 p.g. rășină, și se scade temperatura amestecului pînă la 123 ± 2°C. Amestecul se face cu o eficientă agitare și o strictă respectare a temperaturii. Turnarea întăritorului se face treptat în circa 4 min. Amestecarea se continuă încă 8—10 min, aplicîndu-se și o degazare grosieră la o presiune de circa 300 mm Hg.

7.3. *Turnarea*

Turnarea amestecului de rășină, făină de cuarț, colorant și întăritor, pregătite așa cum s-a arătat mai sus, se poate face la presiunea normală sau sub vid după cum este cazul.

— Turnarea la presiunea normală are un domeniu de aplicare limitat datorită faptului că piesa turnată poate să rezulte cu bule. Pentru a limita această apariție nedorită, se aplică după turnare o ușoară vibrare a formei,

sau se introduce forma într-o autoclavă unde se aplică un vacuum corespunzător unei presiuni de circa 300 mm Hg timp de cîteva minute. Această metodă a dat rezultate satisfăcătoare chiar și pentru transformatoarele de 10 kV.

— Turnarea sub vid, adică la o presiune de circa 100 mm Hg, a dat rezultatele cele mai bune, corpul de rășină fiind complet lipsit de bule. Ea asigură o producție omogenă și reduce la minimum procentajul de rebuturi.

În vederea turnării amestecului de turnare prin metoda turnării sub vid, se introduce transformatorul într-o autoclavă cu temperatura de 123 ± 2°C, unde se face vid circa 10 min, la 100 mm Hg. Se lasă apoi să curgă amestecul de turnare, care este la aceeași temperatură, timp de 3—4 min. Presiunea redusă se menține încă circa 3 min, după care se aduce autoclava la presiunea normală.

7.4. *Întărirea*

Întărirea chimică a rășinii se efectuează în două etape: prima este de circa cinci ore la 110°C, iar a doua de nouă ore la 125°C. Temperatura mai scăzută a primei etape face ca temperatura rășinii să nu crească prea mult din cauza exotermiei reacției chimice dintre rășină și întăritor. Pentru întărire, la ICET s-au folosit etuve cu reglarea automată a temperaturii, reglajul avînd o precizie de ± 1°C.

7.5. *Scoaterea din formă*

Forma de turnare poate fi scoasă după prima etapă a întăririi, întărirea făcîndu-se fără formă în etapa a doua. Se realizează în acest fel o importantă economie de forme de turnare, în cazul cînd este vorba de o producție în serie.

Răcirea transformatorului de la temperatura de întărire pînă la circa 40°C trebuie făcută lent, și anume cu o viteză de circa 20°C/h, după care se poate face o răcire liberă în aer.

Concluzii

Pe lîngă avantajele tehnice pe care le au transformatoarele de curent izolate în rășini de turnare față de celelalte construcții clasice, din tabela 1 rezultă și avantajul economic al problemei. În primul rînd, reiese din această tabelă necesitatea imperioasă de a se înlocui fabricația transformatoarelor tip suport izolate în porțelan, cu transformatoare de același tip izolate în rășină de turnare.

Trecerea fabricației de transformatoare de măsurat, pe izolații de rășini de turnare, ca și introducerea acestor rășini pe scară cît mai largă în construcția aparatelor și mașinilor electrice, constituie un important pas înainte spre o tehnică nouă și de mare eficiență economică.

Bibliografie

[1] *Baciurin, I. N.* Transformatori toka s litoi izoliații na napriajenia 20 i 35 kV. In: Vestnik Elektroprom. **30** (1959), nr. 6, p. 7—12.

[2] *Imhof, A.* Kunstharz — Messwandler. In: ETZ—A **80** (1959), nr. 20, p. 705—710.

[3] *Kurrle, K., Bauer, R.* Transformatoren und Messwandler. In: ETZ-A **78** (1957), nr. 12, p. 405—408.

[4] *Frank, A., Kaltofen, A.* Transformatoren und Messwandler. In: ETZ—A **81** (1960), nr. 13, p. 449—453.

[5] *Frank, A. Kaltofen, A.* Transformatoren und Messwandler. In: ETZ—A **79** (1958), nr. 12, p. 405—409.

[6] *Imhof, A.* Stand der elektrotechnischen Giessharzanwendung. In: ETZ—A **78** (1957), nr. 11, p. 384—389.

[7] *Schubert, F. Woelken, H.* Neue Messwandler für Mittel und Niederspannung. In: AEG — Mitt. **46** (1956), 5/6, p. 192—193.

[8] *Stoenescu, F., Bastiurea Gh.* Rășini epoxidice de turnare în electrotehnică. In: Electrotehnica **7** (1959), nr. 2, p. 55—61.

[9] *Jahn, H.* Aufbau, Eigenschaften und Anwendung der Epoxydharze. In: Plaste und Kautschuk **1** (1954), nr. 3, p. 50—56.

[10] *Mensching, G.* Die Eigenschaften der Epoxydgiessharze für die Anwendung in der Elektrotechnik. In: Elektrie **14** (1960), nr. 9, p. 302—308.

[11] *Kovalscaia, A. V.* Epoxidnie zalivocinie kompaund. In: Vestnik Elektroprom. **31** (1960), nr. 2, p. 1—6.

[12] *Andrianov, K. A., Iukina, L. N., Kovalscaia, A. V., Rokițkaia M. S.* Litaia izoliația na osnove epoxidnoi smoli. In: Vestnik Elektroprom. **27** (1956), nr. 11, p. 47—53.

[13] *Polthoff, K.* Isolierstoffe und Isolierungen. In: ETZ—A **79** (1958), nr. 22, p. 876—879.

[14] *Mensching, G.* Die Giessharz — Technologie in der Elektrotechnik. In: Elektrie **14** (1960), nr. 9, p. 311—316.

[15] * * * Catalog: Silicone Notes A7—2, august, 1958.

[16] *Hortopan, Gh.* Încercarea la impuls a echipamentului electric. București, IDT, 1958, p. 7.

[17] *Goldstein, J.* Die Messwandler. Basel, Verlag Birkhäuser, 1952.

[18] *Manley, R. T., Rothwell, K., Gray, W.* The Application of Low-Pressure Resins to some High-Voltage Switchgear Designs. In: Proceedings IEE—A **107** (1960), nr. 32, p. 213—222.

Intrat în redacție la 15.7.1962

Încercarea în rețea a întreruptorului IUP-10 la putere de rupere

Ioan Marinescu – București*

Încercările efectuate asupra unui întreruptor IUP-10 la putere de rupere au arătat că deși condițiile de încercare (ciclul de încercare și puterea) au fost mai ușoare decît cele prevăzute în recomandările CEI, întreruptorul a prezentat o uzură apreciabilă. Întrucît acest tip este instalat în mare număr în exploatare, se propune efectuarea de probe pentru elucidarea problemei capacității de deconectare a întreruptorului IUP-10.

CZ 621.316.57.064.3

Mergînd pe linia verificării performanțelor produselor electrotehnice și a îmbunătățirii calităților acestora, s-a făcut, în stația de încercări directe în rețea de la Brașov [1], încercarea la putere de rupere a unui întreruptor IUP-10. Deși această problemă face parte din programul de încercări directe în rețeaua de 6 kV [1], încercarea nu a fost făcută exclusiv în scopul determinării capacității de deconectare a întreruptorului, deoarece nu există aprobarea pentru aceasta. Întreruptorul a fost încercat cu ocazia verificării stabilității dinamice a unor bobine pentru telefonia în înaltă frecvență, construite de I.R.M.E., (fig. 1), din care cauză întreruptorul nu a fost supus ciclului de probe conform publicației 56—1 CEI. S-au făcut numai probe de deconectare a scurtcircuitului provocat de contactul sincron pe bobinele de încercat, întreruptorul IUP—10 (fig. 2) funcționînd de fapt în schemă ca al doilea întreruptor de protecție, cu misiunea de a deconecta primul scurtcircuit, iar în caz de nefuncționare sau avarie, întreruptorul principal de protecție al stației (MGG—10) să intre în funcțiune pentru eliminarea scurtcircuitului. Succesiunea corectă a operațiilor principale, și anume anclanșarea pe scurtcircuit a contactorului sincron, deconectarea IUP—10 și deconectarea MGG-10, a fost asigurată cu ajutorul comutatorului program [2], comenzile fiind programate astfel încît, ținîndu-se seamă de timpii proprii ai aparatelor comandate, să se obțină următorii timpi:

$t = 0$, anclanșare pe scurtcircuit a contactorului sincron;

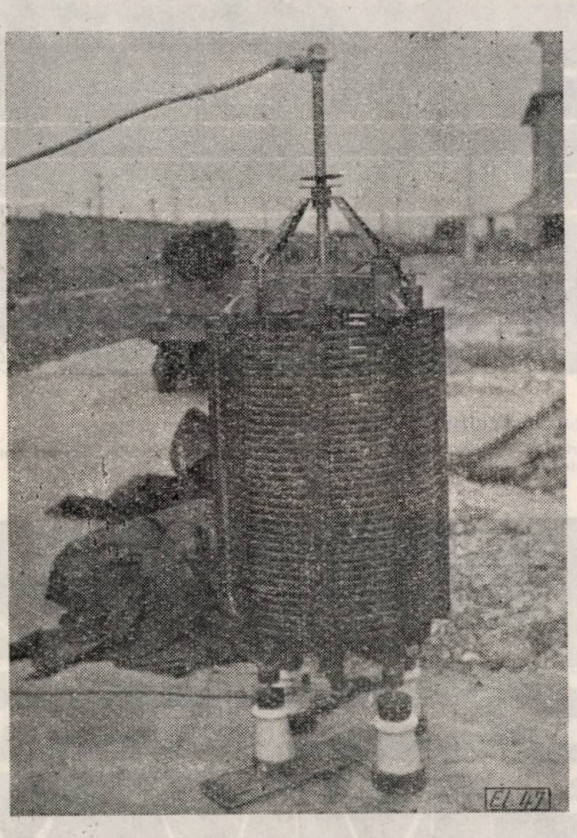


Fig. 1. Bobina de încercat.

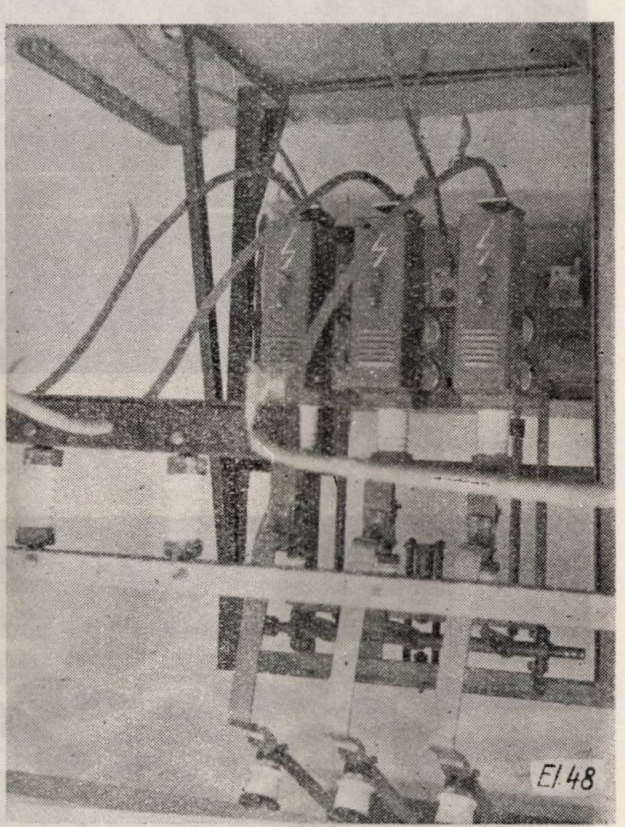


Fig. 2. Întreruptorul IUP-10 montat pentru încercare.

Ing. *I. Marinescu* este cercetător la ICET.

$t_1 = 43$ ms, începe separarea contactelor întreruptorului IUP-10;

$t_2 = 124$ ms, începe separarea contactelor întreruptorului principal de protecție MGG-10.

Diferența de timp dintre t_2 și t_1 reprezintă timpul care, în caz de funcționare corectă a IUP-10, asigură stingerea arcului în acesta, fără a interveni deconectarea întreruptorului principal de protecție.

Timpii menționați mai sus au fost determinați pe oscilograma funcționării în gol a circuitului de încercare (fig. 3).

Schema de încercare, comandă și semnalizare, ca și echipamentul stației de încercări, au fost descrise anterior în revista noastră [1]. Modificările aduse schemei în cazul încercărilor de față sînt neesențiale din punct de vedere funcțional și constau în înlocuirea transformatorului de încercat (T_4 1 000 kVA 6/0,4 kV, din figura 1 [1]) cu trei bobine de blocaj, și în înscrierea unui întreruptor IUP-10 (fig. 2) între aceste bobine și contactorul sincron. În rest, circuitul rămîne nemodificat. Circuitele de măsură, comandă și semnalizare au rămas de asemenea nemodificate, comutatorul program acționînd însă de data aceasta pe trei canale pentru efectuarea operațiilor indicate mai sus. Întreruptorul încercat face parte din producția de serie a fabricii de aparataj a uzinelor Electroputere-Craiova, anul 1958.

Încercări efectuate

Prima încercare s-a făcut avînd ca sursă un transformator de 20 MVA cu trei înfășurări,

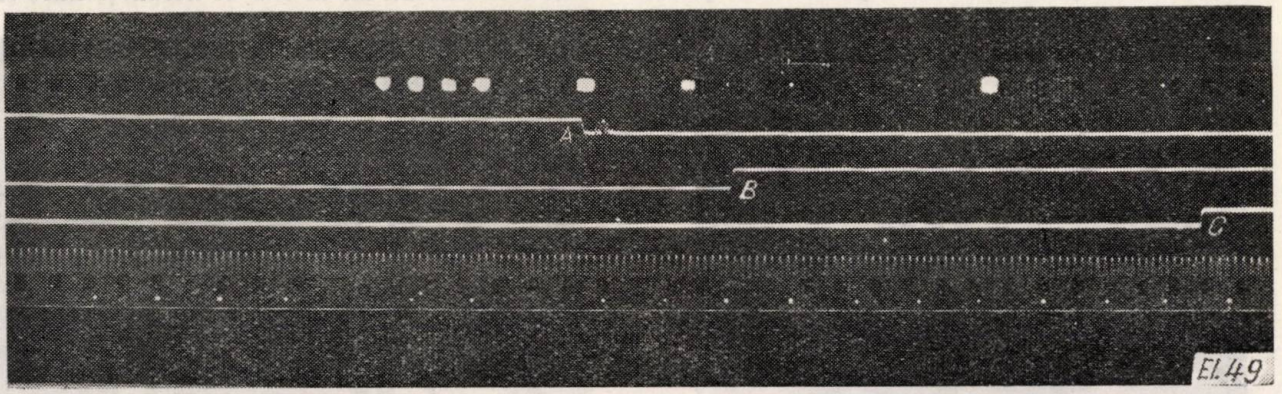


Fig. 3. Oscilograma funcționării în gol a circuitului de încercare:
A – anclanșarea contactului sincron; *B* – momentul separării contactelor întreruptorului încercat; *C* – momentul separării contactelor întreruptorului principal de protecție.

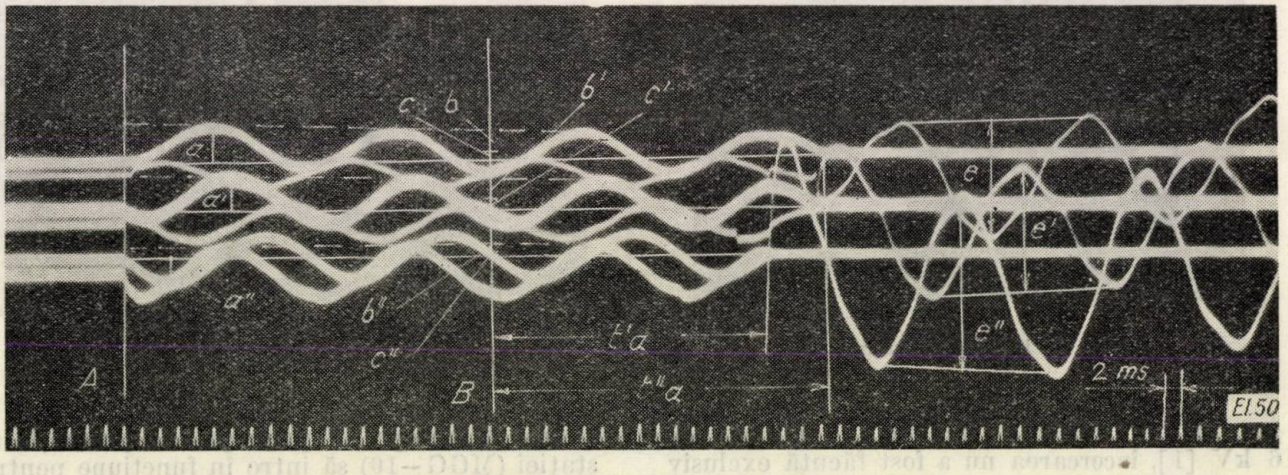


Fig. 4. Oscilograma obținută la primul scurtcircuit:

Faza *A* $a = 17{,}9$ kA max.; $a' = 17$ kA max.; $a'' = 12{,}3$ kA max.; $ta' = 32$ ms; $c = 4{,}7$ kA; $c' = 5{,}2$ kA; $c'' = 0$; $b = 11{,}3$ kA max.; $b' = 10{,}9$ kA max.; $b'' = 12{,}3$ kA max.; $ta'' = 38$ ms; $e = 10$ kV max.; $e' = 9{,}65$ kV max.; $e'' = 9{,}43$ kV max.:

a, *a'*, *a''* – valoarea maximă a primei amplitudini a curentului de scurtcircuit; *b*, *b'*, *b''* – valoarea componentei simetrice a curentului de scurtcircuit în momentul separării contactelor întreruptorului de încercat, corespunzătoare fiecărei faze; *c*, *c'*, *c''* – valoarea componentei aperiodice a curentului de scurtcircuit în momentul separării contactelor întreruptorului de încercat, corespunzătoare pe fiecare fază; *A* – momentul apariției scurtcircuitului; *B* – momentul separării contactelor întreruptorului de încercat; *C* – momentul separării contactelor întreruptorului de protecție; *e*, *e'*, *e''* – valoarea dublă a amplitudinii tensiunii de restabilire de frecvență industrială; *ta*, *ta'*, *ta''* – timpul de deconectare al primei, respectiv al celorlalte două faze ale întreruptorului de încercat.

înfășurarea de 35 kV fiind conectată în paralel cu înfășurarea de 35 kV a unui alt transformator similar, pentru a se reduce în felul acesta reactanța sistemului în care se produce scurtcircuitul și a se mări astfel curenții de scurtcircuit. Prima încercare s-a făcut fără a se urmări obținerea unei componente aperiodice maxime pe faza din mijloc.

În figura 4 este reprezentată oscilograma funcționării în regim de scurtcircuit.

Prelucrînd datele obținute în oscilograma din figura 4, în conformitate cu [3], s-au obținut următoarele:

$U_1 = 5{,}95$ kV;
$I_{sim} = 8{,}15$ kA ef.;
$P_{sim} = 85$ MVA;
$I_{asim} = 9{,}32$ kA ef.;
$P_{asim} = 97$ MVA;
$\cos \varphi = 0{,}07$ ind. (aproximativ egal cu cel din calculul rețelei);
$\gamma = 1{,}2$.

În urma încercării efectuate s-a constatat că întreruptorul de încercat a deconectat scurtcircuitul în timpii și la cos φ specificați mai sus. S-au observat o emisie de fum și picături de ulei împroșcate. Contactele mobile de rupere (vîrf) cît și cele fixe (tulipă) au suferit o eroziune puternică, pe o fază contactele tulipei sudîndu-se, făcînd astfel imposibilă manevra de închidere manuală a întreruptorului. Contactele tulipă, cît și cele vîrf, după încercare, sînt prezentate în figura 5 *a* și 5 *b*.

Încercarea a doua a fost efectuată în aceleași condiții de sursă ca și prima încercare, însă s-a urmărit, printr-un reglaj corespunzător la selectorul electronic al comutatorului program, să se obțină valoarea maximă a componentei aperiodice pe faza din mijloc, ceea ce de altfel s-a izbutit cu o aproximație de 10 grade electrice, care reprezintă dispersia contactorului sincron. Notațiile sînt aceleași ca la prima încercare. La această încercare s-a folosit și oscilograful catodic cu explorare mecanică obținîndu-se oscilograma din figura 7. Curenții de scurtcircuit și tensiunile sînt prezentate în figura 6.

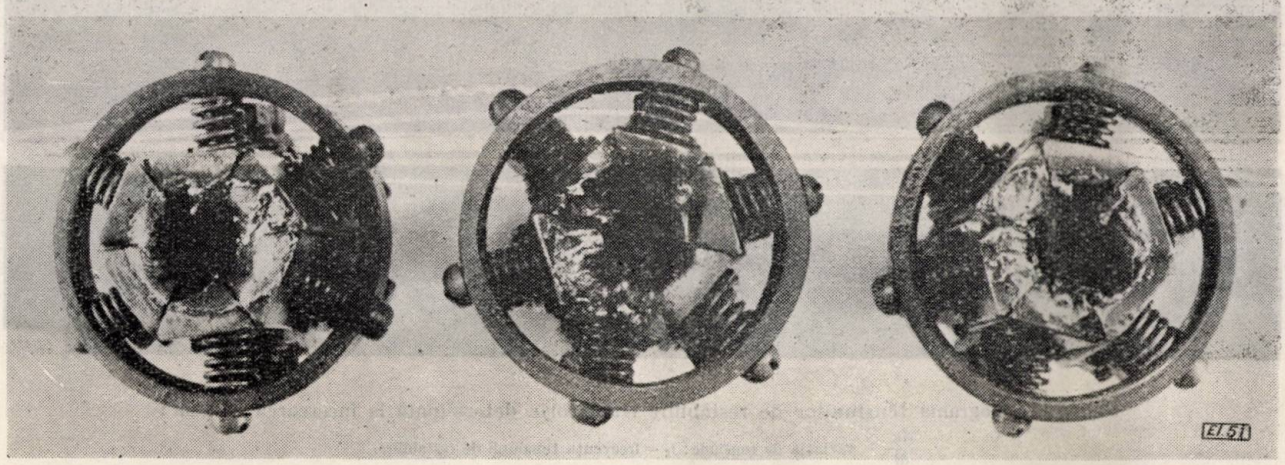


Fig. 5, *a*. Aspectul contactelor fixe după prima încercare.

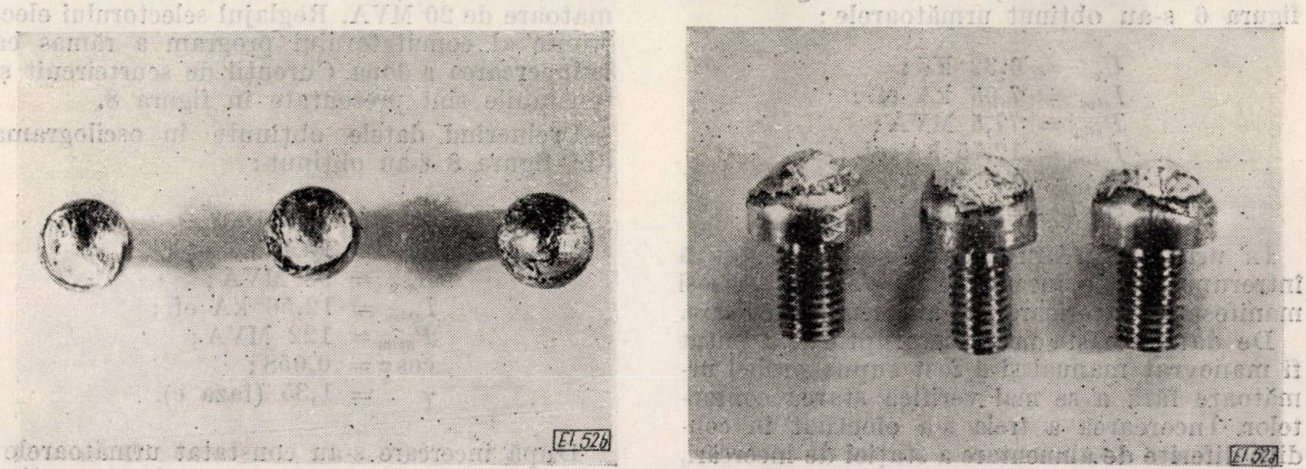


Fig. 5, *b*. Aspectul contactelor de rupere după prima încercare.

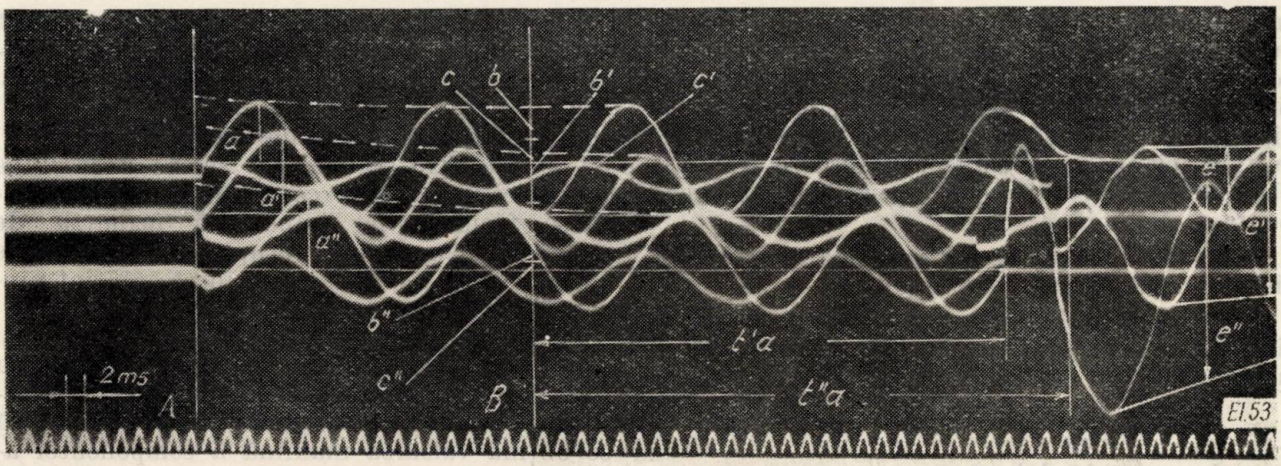


Fig. 6. Oscilograma obținută la al doilea scurtcircuit:

a = 14 kA max.;	b = 6,85 kA max.;	c = 5,3 kA max.;	e = 8,58 kV max.;
a' = 22 kA max.;	b' = 12 kA max.;	c' = 9,5 kA;	e' = 10,65 kV max.;
a'' = 21,6 kA max.;	b'' = 12,1 kA max.;	c'' = 9,46 kA;	e'' = 10,4 kV max.
ta = 53 ms;	ta'' = 59,4 ms;	$\cos\varphi$ = 0,07 ind.;	

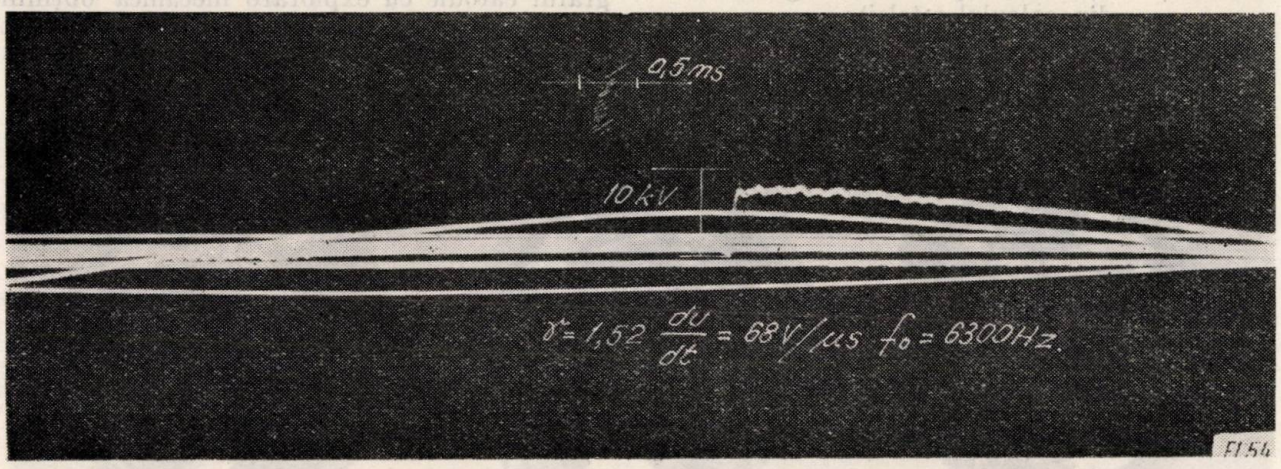


Fig. 7. Oscilograma tensiunilor de restabilire tranzitorie determinată la încercarea a doua:
$\frac{du}{dt}$ – variația de tensiune; f_t = frecvența tensiunii de restabilire.

Prelucrînd datele obținute în oscilograma din figura 6 s-au obținut următoarele:

U_e = 6,32 kV;
I_{sim} = 7,05 kA ef.;
P_{sim} = 77,5 MVA;
I_{asim} = 12,75 kA ef.;
P_{asim} = 140 MVA;
$\cos\varphi$ = 0,07 ind.

În urma încercării a doua s-a constatat că întreruptorul de încercat a prezentat aceleași manifestări exterioare ca la prima încercare.

De data aceasta însă, întreruptorul a putut fi manevrat manual și a fost supus probei următoare fără a se mai verifica starea contactelor. Încercarea a treia s-a efectuat în condiții diferite de alimentare a stației de încercări, și anume, fără a se deconecta consumatorii de pe barele de 6 kV, s-au cuplat în paralel pentru alimentarea stației de încercări două transformatoare de 20 MVA. Reglajul selectorului electronic al comutatorului program a rămas ca la încercarea a doua. Curenții de scurtcircuit și tensiunile sînt prezentate în figura 8.

Prelucrînd datele obținute în oscilograma din figura 8 s-au obținut:

U_1 = 5,6 kV;
I_{sim} = 10,1 kA ef.;
P_{sim} = 98 MVA;
I_{asim} = 12,56 kA ef.;
P_{asim} = 122 MVA;
$\cos\varphi$ = 0,058;
γ = 1,35 (faza c).

După încercare s-au constatat următoarele:
— întreruptorul a prezentat aceleași manifestări exterioare ca și la probele precedente, con-

tactele însă au avut de suferit așa cum reiese din figurile 9 și 10.

Concluzii

Cu prilejul încercării simultane a bobinelor de blocaj și a întreruptorului IUP-10 s-a putut verifica încă o dată funcționarea perfectă a întregii instalații după programul impus. Întreruptorul de protecție nu a rupt niciodată curentul de scurtcircuit, fapt ce a reieșit și la demontarea lui, neconstatîndu-se urme de arc pe contactul mobil sau contactul fix. În toate

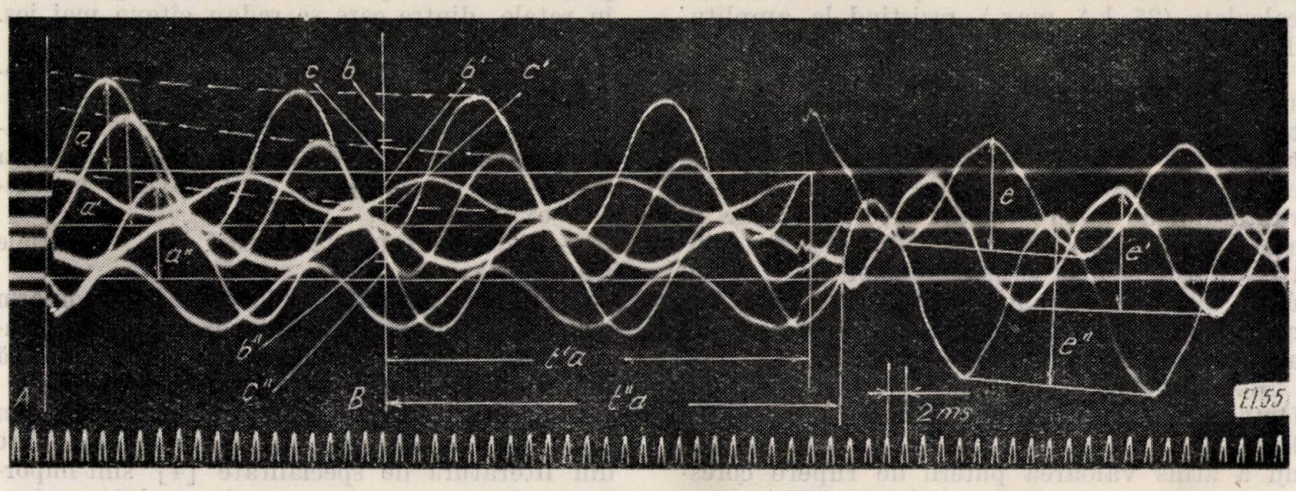


Fig. 8. Oscilograma obținută la a treia încercare :

a = 22,5 kA max.;	b = 11,15 kA max.;	c = 7,13 kA;	e = 9,25 kV;
a' = 29 kA max.;	b' = 16,5 kA max.;	c' = 5 kA;	e' = 9,5 kV;
a'' = 27,8 kA max.;	b'' = 15,75 kA max.;	c'' = 5,78 kA;	e'' = 8,58 kV.
ta' = 48 ms;	ta'' = 53 ms;		

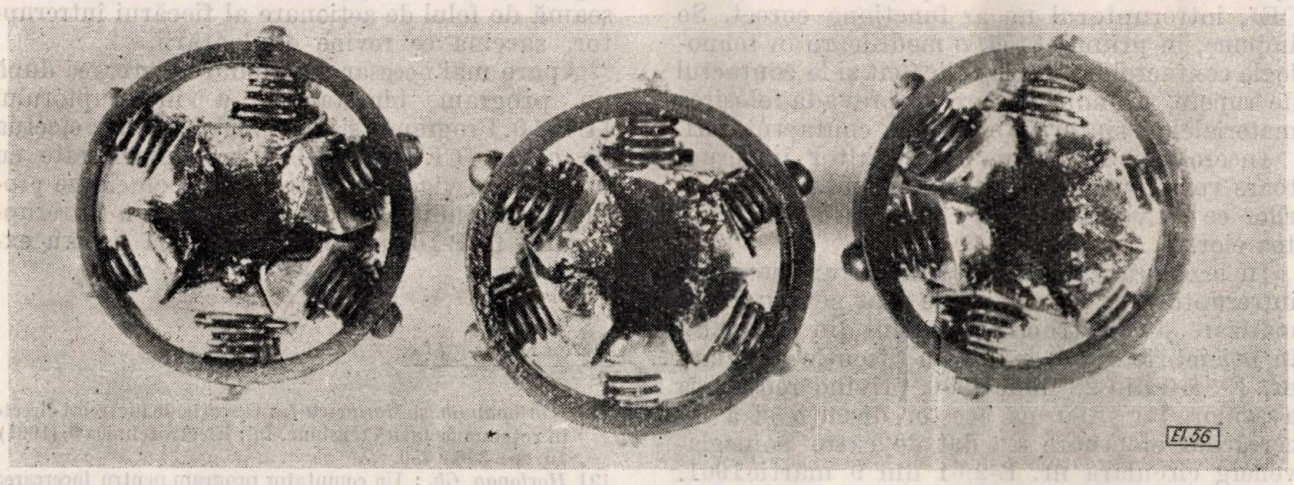


Fig. 9. Aspectul contactelor fixe după încercarea a doua și a treia.

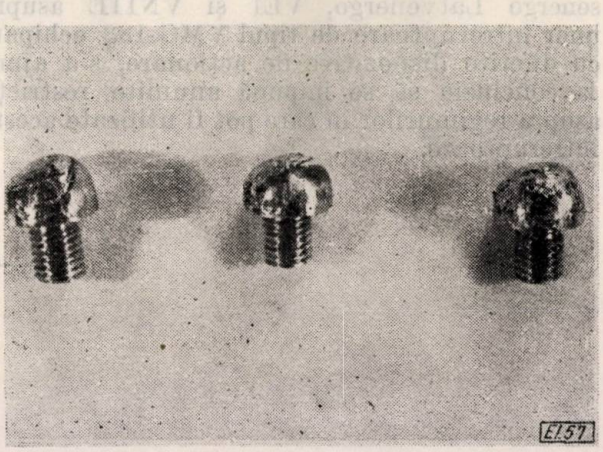


Fig. 10. Aspectul contactelor de rupere pe cele trei faze, după încercarea a doua și a treia.

cazurile, întreruptorul de încercat a rupt arcul electric. Durata scurtcircuitului nu a depășit 0,1 s, supunînd instalațiile la minimum de constrîngeri posibile pentru a asigura încercarea.

Din punct de vedere al utilajului încercat s-a constatat că bobinele de blocaj rezistă la șocuri de curent mai mari decît cele pentru care au fost calculate (25 kA max.), rezistînd la amplitudinea de 29 kA max.

Întreruptorului de încercat, după ce a fost supus primei probe, i s-au schimbat atît contactele vîrf cît și contactele tulipă, deoarece prezentau erodări și suduri între contactele tulipă, ceea ce făcea imposibilă închiderea manuală a întreruptorului de încercat. Fără alte modificări în afara înlocuirii contactelor mobile și fixe, întreruptorul a fost supus probelor 2 și 3, mai dure, și a funcționat corect întrerupînd circuitul, iar contactele au avut de suferit așa cum arată figura 9 și figura 10.

Motivul acestei puternice erodări poate fi factorul de putere foarte scăzut (0,05—0,07). Puterea de rupere determinată din oscilograme nu a atins valoarea puterii de rupere corespunzătoare tensiunii de 6 kV (200 MVA) pentru care a fost proiectat întreruptorul. După felul cum se prezintă contactele, se poate presupune că, la puterea de rupere de 200 MVA și aplicîndu-se ciclul de încercări conform normelor CEI, întreruptorul nu ar funcționa corect. Se impune, în prima etapă, o modificare în tehnologia contactelor, atît la tulipă cît și la contactul de rupere, tehnologie care să prevadă folosirea materialelor sinterizate pentru contactul vîrf.

Încercările ulterioare asupra altor întreruptoare vor scoate în evidență eficiența modificărilor ce se vor aduce în construcția întreruptoarelor.

În legătură cu comportarea în funcționare a întreruptorului, Comitetul de Stat pentru Automatizare și Construcții de Mașini din U.R.S.S., în noiembrie 1960, a luat în discuție circulara nr. E-5/60 din 28 iunie 1960, privind reducerea avariilor, iar în urma acestor discuții și a încercărilor efectuate s-a dat de către Soiuzglavenerg circulara nr. E-2/61 din 9 martie1961. După executarea încercărilor efectuate la Mosenergo Latvenergo, VEI și VNIIE asupra unor întreruptoare de tipul VMG-133 echipate cu diferite dispozitive de acționare, s-a ajuns la concluzia să se impună anumite restricții asupra regimurilor în care pot fi utilizate aceste întreruptoare.

În tabela dată în [4] se pot urmări ce condiții trebuie asigurate întreruptorului VMG-133 pentru a prezenta siguranță la deconectarea scurtcircuitelor.

Sînt date o serie de indicații referitoare la construcția întreruptorului VMG-133 și la exploatarea întreruptoarelor de acest tip utilizate în rețele, dintre care se redau cîteva mai jos.

Se recomandă următoarele:

— reglarea camerei de stingere conform desenelor de fabrică;

— practicarea unor găuri în cilindrii de bachelită pentru a crea canale de eșapare și a evita astfel crăparea acestora, fapt dovedit în practica exploatării;

— folosirea contactelor vîrf din materiale sinterizate;

— reglarea întreruptorului se va face conform instrucțiunilor în vigoare, acordîndu-se o atenție deosebită vitezei contactelor, care trebuie să fie în limitele admise.

Constatările făcute practic la încercarea în rețea a întreruptorului IUP-10 și cele rezultate din literatura de specialitate [4] sînt importante deoarece o mare parte a întreruptoarelor cu care sînt echipate centralele și stațiile sînt fie IUP-10, fie VMG-133. Este necesar să se analizeze în exploatare comportarea întreruptoarelor de tipurile amintite, ținîndu-se seamă de felul de acționare al fiecărui întreruptor, sarcină ce revine exploatării.

Apare mai necesar ca oricînd încercarea după un program binestabilit a întreruptorului IUP-10. Programul și încercările ce se vor efectua de către ICET și UEPC în conformitate cu normele în vigoare [3] trebuie să elucideze problema posibilităților de deconectare a întreruptorului IUP-10, problemă esențială pentru exploatare.

Bibliografie

[1] *Hortopan Gh.* și *Marinescu I.*: O stație de încercări directe în rețeaua de înaltă tensiune. În: Electrotehnica **9**, (1961), 10, p. 346—350.

[2] *Hortopan Gh.*: Un comutator program pentru încercarea aparatelor de comutație. În: Electrotehnica, **7** (1959), 4, p. 135—139.

[3] Règles de la CEI pour les disjoncteurs à courant alternatif. Chapitre I — Règles relatives au fonctionnement lors des courts-circuits. Publication no. 56. Genève 1954.

[4] Comutaționnoi spasobnosti vîcluciatelei tipa VMG-133. În: Electriceskie stanții, **32** (1961) 7, p. 88—89.

Intrat în redacție la 25.11.1962

Tehnologia rezistenţelor bobinate acoperite cu email sticlos

Mihaela Greceanu, Constantin Antohi, Bruno Marcus*) – Bucureşti

Tehnologia de fabricare a rezistenţelor protejate cu emailuri interesează atît fabricile cît şi beneficiarii.

Se descriu pe scurt rezistenţele acoperite cu email şi se comunică rezultatele măsurătorilor şi tehnologia unor rezistenţe de acest fel realizate la ICET.

CZ 621.316.842 : 621.315.612.7

Sarcinile mari puse de dezvoltarea tehnicii, de pătrunderea automatizărilor în toate sectoarele industriale, au pus, între altele, problema realizării în ţara noastră a principalelor elemente componente pentru realizarea schemelor electrice de automatizare. Printre aceste elemente, un rol important îl au rezistenţele. În cele ce urmează vom prezenta rezultatele cercetărilor efectuate la Institutul de cercetări electrotehnice din Bucureşti în elaborarea unor tipuri de rezistenţe bobinate, acoperite cu email sticlos.

În electrotehnică şi electronică se cunosc numeroase tipuri de rezistenţe, fiecare avînd domeniul său de aplicare [1]. Astfel, există rezistenţe cu peliculă de cărbune depus termic pe suport mecanic, cu peliculă din oxizi metalici depuşi pe suporţi ceramici şi, în sfîrşit, rezistenţe realizate prin bobinarea unui fir metalic rezistiv pe un suport izolant. Din ultima grupă se realizează cele mai diferite tipuri de rezistenţe avînd valori ohmice de la cele mai mici la relativ mari; cel mai important este însă faptul că, folosindu-se sîrmă rezistivă, se pot obţine rezistenţe cu puteri nominale mari, care să poată funcţiona la temperaturi relativ înalte. Largile posibilităţi pe care le oferă folosirea firului metalic rezistiv au impus însă condiţii speciale, pe de o parte suportului electroizolant pe care se bobinează sîrmă, pe de altă parte stratului protector.

Rolul stratului protector este multiplu. Acesta asigură izolarea reciprocă a spirelor, elimină posibilitatea deformării spirelor prin alungirea datorită dilatării termice. De asemenea, stratul protector are rolul de a asigura stabilitatea în timp a valorii rezistenţei, protejînd firul metalic de oxidare. Toate aceste cerinţe au determinat folosirea a diverse materiale drept strat protector. Astfel, sînt folosite diferite tipuri de lacuri electroizolante organice, silicoorganice şi email sticlos [2].

Folosirea diferitelor materiale pentru acoperirea rezistenţelor bobinate determină domeniile de aplicare a acestora. În primul rînd, temperatura de funcţionare a rezistenţelor este limitată de valoarea maximă la care stratul de acoperire nu-şi pierde proprietăţile. Din acest punct de vedere, lacurile organice şi chiar cele speciale silicoorganice au temperatura maximă de funcţionare sub 250°C. Numai emailul sticlos poate permite funcţionarea rezistenţei la temperaturi mai mari de 300 şi chiar de 500°C, pentru unele cazuri. Funcţionarea rezistenţelor la temperaturi mari permite realizarea de tipuri constructive de dimensiuni reduse. Rezistenţele cu email sticlos sînt, de asemenea, inegalabile în ceea ce priveşte siguranţa în exploatare şi suportarea suprasarcinilor.

Elemente componente

Analizînd o rezistenţă bobinată emailată se constată că ea se compune din mai multe elemente, fiecare îndeplinind anumite condiţii.

Suportul ceramic trebuie să fie realizat dintr-un material care să reziste la şocuri de temperatură, să aibă rezistenţă de izolaţie ridicată, conductibilitate termică bună şi rezistenţă mecanică înaltă [1], [3].

În ceea ce priveşte forma şi dimensiunile tuburilor, acestea sînt diferite după tipul construcţiei de rezistenţă.

Sîrma rezistivă poate fi crom-nichel sau constantan. Dimensiunea sîrmei rezistive şi forma secţiunii depind de valoarea ohmică a rezistenţei. Se recomandă folosirea sîrmelor oxidate mai ales în cazul diametrelor mici. La bobinarea firului pe suportul ceramic este necesară o tensionare a acestuia. Rostul tensionării este acela de a micşora dilatarea firului în timpul tratamentului termic al emailării. Operaţia de tensionare trebuie făcută direct la bobinare.

Colierele şi terminalele pot fi de două tipuri: sub email menţinînd capătul rezistenţei şi fixînd astfel legătura sub email, şi colierul peste email.

În cazul colierului sub email — de care ne ocupăm — materialul din care este făcut colierul trebuie să concorde din punct de vedere al dilatării termice cu firul rezistenţei şi cu emailul. Colierul trebuie să fie construit astfel încît să nu reprezinte o masă metalică mare (se preferă o lamă perforată). Partea de colier care iese de sub email trebuie să fie cositorită pentru a înlesni lipirea conexiunilor. Colierul mai poate fi confecţionat şi din şnur răsucit din sîrmă.

Materialul din care este făcut colierul este un aliaj care conţine Ni — Fe sau Ni — Cr,

*) Chim. *M. Greceanu* este cercetător principal la ICET; *C. Antohi* este inginer principal la ICET; ing. *B. Marcus* este şef de laborator la ICET.

în cazul cînd este în formă de lamă. Colierul şnur se execută din sîrmă de cupru.

Fixarea firului rezistiv de colier se face cu sudură prin punctare.

Emailul de protejare a sîrmei rezistive trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

1. Să asigure o acoperire completă şi opacă.
2. Să nu fisureze în timpul funcţionării.
3. Să adere bine la suportul de ceramică şi la sîrma rezistivă.
4. Să asigure o bună izolaţie electrică, la funcţionare între 60 şi 300°C, fără a se distruge.

Emailul nu trebuie să ducă la degradarea rezistenţei sau la variaţii ale rezistenţei ohmice, în timpul schimbării regimului de funcţionare.

Coeficientul de conductibilitate termică trebuie să fie suficient de mare pentru a disipa bine căldura în timpul funcţionării. Este stabilit că proprietăţile electrice ale acoperirilor cu email sînt influenţate de următorii factori : compoziţia fritei ; compoziţia adaosurilor de măcinare ; metoda de aplicare a emailului.

Compoziţia emailurilor şi tehnologia emailării

În general emailurile conţin în proporţii foarte mici sau chiar deloc oxizi alcalini. Pentru reducerea conductibilităţii electrice se recomandă adaosuri de PbO, CaO, B_2O_3 şi BaO [4], [5].

Acoperiri ceramice cu bună aderenţă la metal s-au studiat mai ales pentru rezistenţe cu sîrmă de crom-nichel. Acestea sînt, în general, sticle din silicaţi de plumb şi bor cu adaosuri mici de oxid de crom, oxid de cobalt şi oxid de stronţiu. S-au mai studiat şi borosilicaţi de plumb cu adaosuri mari de bismut. Unii cercetători recomandă compoziţii cu PbO, SiO_2, ZnO, Al_2O_3 şi B_2O_3 cu adaosuri mici de alcalii şi de fluorură de calciu.

Compoziţiile date în literatura de specialitate pentru emailuri sînt foarte aproximative şi diverse [4], [5], [6].

Cercetările asupra aderenţii emailurilor la metal au dus la concluzia că emailurile trebuie să îndeplinească următoarea condiţie : la interfaţa emailului, acesta trebuie să fie saturat cu un oxid al metalului de acoperit ; acest oxid nu trebuie să fie redus de metal în soluţia sticloasă.

Recomandările găsite în literatură pentru tratamentul de suprafaţă necesar pentru o bună aderare a emailului sînt date, în general, pentru tole şi nu pentru sîrme [6]. În cazul în care sîrma de crom-nichel este oxidată, aderenţa este mai bună datorită stratului fin de oxid. În orice caz suprafaţa pe care se depune orice email trebuie să fie bine curăţată şi degresată.

Asupra tehnologiei de aplicare şi ardere a emailului se dau recomandări numai în literatura sovietică [1], [3]. Se recomandă scufundarea sau acoperirea prin prăfuire a suportului încălzit în prealabil.

Arderea se face în cuptor electric, rezistenţele fiind fixate pe o bandă transportoare cu suporţi care se rotesc permanent pentru omogenizarea stratului protector.

Emailurile ceramice pentru acoperire cu care s-a lucrat au o compoziţie care este în concordanţă cu lucrările [4], [5], [6], [7] :

Litargă	40–60 % ;
Acid boric	30–20 % ;
Nisip	10–20 % ;
Sulfat de nichel	0,5–4 % ;
Oxid de crom	1–10 % ;
Azotat de cobalt	1–10 %.

Din punct de vedere structural acest email este o sticlă silicoplumbică cu două feluri de reţele cvasicristaline, una de tipul cuarţului liber şi alta de tipul silicatului de plumb. Proprietăţile lui se datoresc modului neregulat de legare covalentă a tetraedrilor de siliciu.

Se ştie că structura unei sticle este modificată atunci cînd se introduc diverşi oxizi care, din cauza dimensiunilor lor şi a tipurilor de legături chimice, iau parte la formarea structurii ; un astfel de oxid este PbO. Acesta acţionează ca fluidificator. Faptul că ortosilicatul de plumb PbO, SiO_2 formează o sticlă arată că el trebuie să ia parte la structură. Cînd se adaugă un oxid care are legături electrovalente la SiO_2, atomii de siliciu se leagă la toţi atomii de oxigen introduşi, deci vor rămîne puţini atomi de oxigen legaţi la atomii de siliciu. Are loc o rearanjare de structură. Cu cît se introduc mai mulţi atomi de oxigen, cu atît legăturile care leagă moleculele între ele sînt mai slabe şi punctul de topire este mai jos. Punctul de topire este influenţat, de asemenea, şi de numărul diferiţilor cationi prezenţi.

În glazura cu care s-a lucrat, cationii Ni^{+2} şi Co^{+3} au fost introduşi pentru înlesnirea aderenţei emailului la metal. Datorită acestor ioni se formează un strat intermediar în a cărui compoziţie structurală cationii metalici au rolul de legătură. Tot pentru promovarea acestei aderenţe, suprafaţa metalică pe care se depune emailul trebuie să fie foarte curată.

Materiile prime dozate conform reţetei sînt omogenizate şi supuse fritării. Temperatura de 1000...1100°C, menţinută timp de 30 minute, asigură realizarea unei frite omogene. Frita spălată şi uscată se macină.

Depunerea emailului pe rezistenţe se face cu emailul preparat ca mai sus şi amestecat cu apă.

După prima depunere se face o uscare la 105°C şi rezistenţa este supusă tratamentului termic pentru vitrifierea primului strat de email. În mod similar se mai aplică încă două straturi de email, care se ard la o temperatură ceva mai redusă decît primul strat.

După emailarea rezistenţei, s-au curăţat capetele laterale ale suportului prin şlefuire, şi apoi terminalele. Capetele colierelor terminale care ies de sub email au fost cositorite printr-un

procedeu obișnuit. Marcarea rezistențelor s-a făcut cu un lac de marcare prin scriere sau ștampilare.

În cazul cînd rezistențele sînt reglabile, se execută o fereastră în email, care lasă liberă o porțiune a rezistenței pentru asigurarea contactului median. Pentru realizarea acesteia se

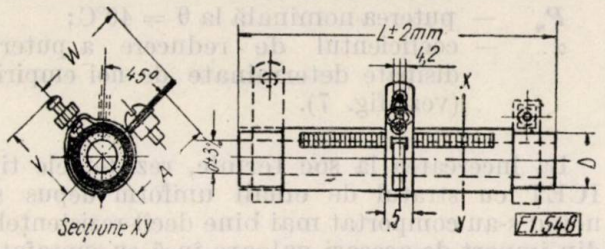


Fig. 1. Model de rezistență reglabilă.

depune pe rezistența bobinată, înainte de acoperirea cu email, un strat de material de acoperire. Acest material nu trebuie să reacționeze la ardere cu emailul și după ardere trebuie să se curețe ușor. Pentru aceasta s-a folosit un amestec de pastă de porțelan cu alumină și borax. În figura 1 se prezintă un model de rezistență reglabilă.

Caracteristicile măsurate ale rezistențelor emailate

Rezistențele bobinate emailate cu email vitrificat oferă siguranță de funcționare în condiții de lucru grele, la temperaturi ridicate, în medii corosive, la umiditate mare și variații rapide ale sarcinii.

Coeficientul de transmitere a căldurii —KT— admis în literatură pentru emailurile de culoare închisă este 4.10^{-3} W/cm², °C [2]. O valoare similară a fost obținută și din experiențele noastre pe rezistențe fixe, emailate, montate orizontal. Dat fiind că valoarea coeficientului de transmitere a căldurii depinde de temperatura la care se află suprafața rezistenței, s-a determinat, experimental, variația disipației specifice ($A = \theta KT$ în W/cm²) în funcție de temperatura suprafeței (măsurată la mijlocul rezistențelor montate orizontal).

În figura 2 se prezintă variația disipației specifice în funcție de temperatura admisă pentru

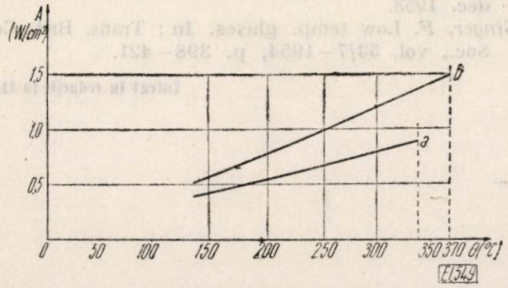


Fig. 2. Variația disipației specifice în funcție de temperatura maximă admisă pentru suprafața rezistenței (se consideră temperatura mediului = 0°C):
a – rezistențe bobinate emailate reglabile; *b* – rezistențe bobinate emailate fixe.

suprafața rezistenței, pe rezistențe fixe și reglabile.

La alegerea valorilor nominale ale rezistențelor trebuie să se țină seama și de faptul că rezistența ohmică a spirelor din crom-nichel crește o dată cu temperatura.

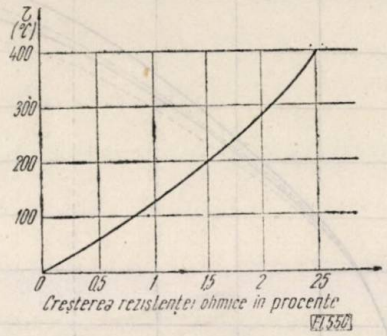


Fig. 3. Creșterea procentuală a valorii rezistenței ohmice în funcție de temperatura superficială a rezistenței.

În tabela 1 și în figura 3 se dau în procente creșterile acestei rezistențe în funcție de temperatura superficială determinată la mijlocul unei rezistențe montate orizontal.

Tabela 1

Temperatura superficială măsurată la mijlocul unei rezistențe montate orizontal, °C	Creșterea rezistenței ohmice în procente față de valoarea nominală, 20°C
100	0,8
200	1,5
300	2,1
400	2,5

Datele prezentate în tabelă sînt valori medii, deoarece variația rezistenței ohmice totale cu temperatura este în funcție nu numai de variația rezistivității firului de crom-nichel utilizat, ci și de forma rezistenței, de dimensiunile ei și ale firului rezistiv folosit și de montajul rezistenței (orizontal sau vertical).

Acești ultimi parametri au o mare influență asupra gradientului de temperatură în lungul rezistenței (fig. 4 și 5). Rezistențele montate

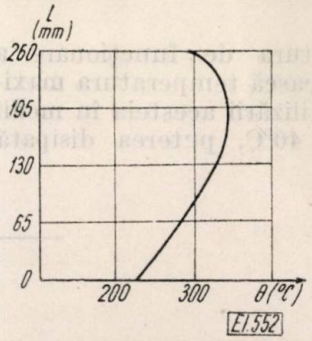


Fig. 4. Repartiția temperaturilor în lungul unei rezistențe de 200 W, montată vertical (L = 260 mm).

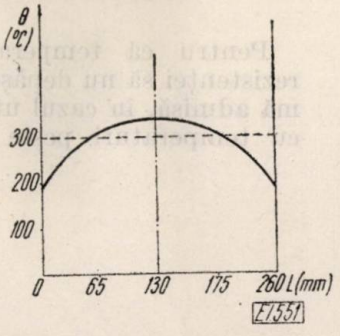


Fig. 5. Repartiția temperaturilor în lungul unei rezistențe de 200 W, montată orizontal (L = 260 mm).

orizontal pot rezista în condiții mai bune la suprasarcini în comparație cu același tip de rezistențe montate vertical, răcirea prin convecție în primul caz fiind mai eficace (fig. 6).

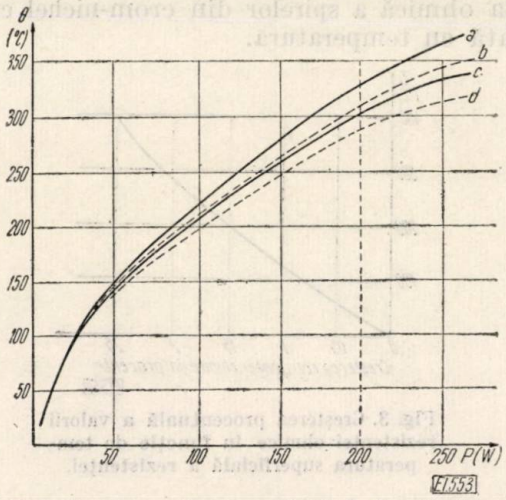


Fig. 6. Variația temperaturii superficiale în funcție de puterea disipată (măsurată cu termocuplul la mijlocul rezistenței, temperatura mediului 0°C) :
– rezistență 200 W/50 Ω ICET, montată vertical; *b* – rezistență 200 W/50 Ω SECT, montată vertical; *c* – rezistență 200 W/50 Ω ICET, montată orizontal; *d* – rezistență 200 W/50 Ω SECT, montată orizontal.

Disipația specifică calculată pentru puterea nominală a rezistențelor (200 W) este egală cu : 0,728 W/cm² la rezistența ICET ; 0,775 W/cm² la rezistența din import.

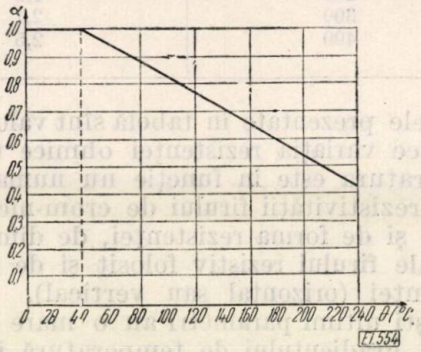


Fig. 7. Variația coeficientului de reducere a puterii disipate admisibile α în funcție de temperatura mediului ambiant.

Pentru ca temperatura de funcționare a rezistenței să nu depășească temperatura maximă admisă, în cazul utilizării acesteia în medii cu temperaturi peste 40°C, puterea disipată admisibilă pentru temperatura dată a mediului se calculează cu relația :

$$P_{ad} = \alpha P_n,$$

în care :

P_{ad} este puterea admisă pentru temperatura dată a mediului ;
P_n — puterea nominală la $\theta = 40°C$;
α — coeficientul de reducere a puterii disipate determinate de noi empiric (vezi fig. 7).

La încercarea la șoc termic, rezistențele tip ICET cu stratul de email uniform depus și neted s-au comportat mai bine decît rezistențele din import de aceeași valoare însă cu suprafața emailului ondulată.

Concluzii

1. Din cele prezentate mai sus rezultă că cercetările efectuate la ICET au dus la stabilirea compoziției unui email pentru rezistențe bobinate emailate, precum și la stabilirea parametrilor tehnologici de realizare a rezistenței în ansamblu.

2. Prin realizarea unor loturi experimentale, diferite din punct de vedere dimensional, precum și din punctul de vedere al valorilor ohmice, s-a verificat în practică reproductibilitatea procedeelor stabilite în cercetare. De asemenea, prin experimentarea în exploatare a rezistențelor realizate au fost confirmate soluțiile tehnologice alese.

Bibliografie

[1] *Jukov, V. A.* Tehnologhia radioapparaturî. Moscova, Gosenergoizdat, 1959.
[2] *Reiberger, R.* Über die physikalischen und chemischen Eigenschaften verschiedenen Emailrohstoffe. Glass-Email. In : Keram-Technologie, **7** (1956), nr. 11 (nov.), p. 418–421 ; nr. 12. (dec), p. 467–470.
[3] *Evtveev, F. E., Jukov, V. A.* Tehnologhia radioapparaturî. Moscova – Leningrad, Gosenergoizdat, 1952.
[4] *Avgustinik, I. A., Metuveli, I. A.* Bezbornîie i bezvinţovîie email dlea maiuliki. In : Steklo i keramika, 1954, nr. 3, 19.
[5] *Rous, W. C.*, Jr. Selecting ceramic costing for jet parts. In : Material acid methodes, vol. 38, New-York, nr. 6, dec. 1953.
[6] *Singer, F.* Low temp. glases. In : Trans. Brit. Ceram. Soc., vol. **53**/7–1954, p. 398–421.

Intrat în redacție la 11.6.1962

DIN EXPERIENŢA U.R.S.S.

Noi maşini pentru industria electrotehnică a U.R.S.S.

În secţia de izolări ale înfăşurărilor maşinilor electrice de puteri mari a Institutului unional de cercetări tehnico-ştiinţifice ale tehnologiei de fabricaţie a maşinilor şi aparatelor electrice din Harkov s-a construit, pentru prima oară în Uniunea Sovietică, o maşină pentru aplicarea izolaţiei cu micabandă a secţiilor de înfăşurări de pe indusurile maşinilor electrice de pu eri mari şi mijlocii. La fabricile industriei electrotehnice există maşini similare pentru acoperiri cu izolaţie, dar numai a secţiilor de înfăşurări ale statoarelor, acestea fiind fabricate de uzina „Electrosila" din Leningrad.

Maşina „ИС-2" realizată la Harkov permite mecanizarea muncii manuale pentru izolarea secţiilor de înfăşurări ale indusului maşinilor electrice. Maşina a fost încercată în secţia de pregătire şi bobinaj a fabricii electromecanice din Harkov.

Muncitorii au apreciat această maşină pentru calitatea ei. Fabrica are nevoie de un număr de patru maşini de acest fel. Aceste maşini vor ajuta să se reducă la jumătate numărul muncitorilor care lucrează la izolări, iar calitatea izolaţiei secţiilor de înfăşurări este mai bună decît cea obţinută de lucrătorii manuali, fapt care se datoreşte rolelor speciale de înfăşurare a izolaţiei. Constructorul principal al maşinii este Mihail Antonovici Miroşnicenko.

S-a elaborat o serie de construcţii de maşini pentru înfăşurarea secţiilor motoarelor electrice asincrone cu gabarite mici. În prezent, ele se introduc la uzinele electrotehnice din Poltava, Iaroslavli, Permi, Erevani şi în multe alte întreprinderi.

Printre aceste maşini este şi maşina cu marca „ПН-200". Ea este destinată pentru înfăşurarea secţiilor motoarelor electrice asincrone cu gabarite mici. La fabricile din industria electrotehnică se folosesc încă maşini de bobinat de construcţie imperfectă, uneori executate chiar cu forţele proprii ale fabricilor.

Avantajele maşinii „ПН-200": posibilitatea bobinării a 18 bobine fără oprirea axului principal; folosirea şabloanelor de o construcţie specială, care permit scoaterea rapidă a bobinei înfăşurate. Acestea, ca şi alte simplificări de ordin constructiv, ridică productivitatea muncii şi uşurează munca încrătorilor.

În prezent, în secţie s-a realizat proiectul unei maşini noi automate, care asigură înfăşurarea secţiilor motoarelor electrice cu gabarit mediu.

Maşina sporeşte de peste două ori productivitatea muncii şi are un dispozitiv pentru fixarea prin strîngere automată

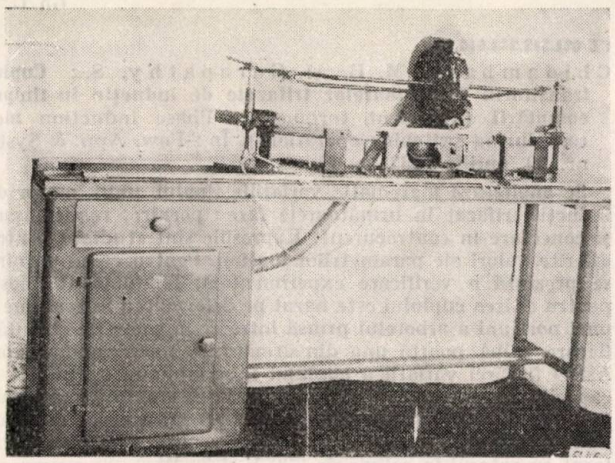


Fig. 1. Maşina „ИС-2" pentru mecanizarea izolării secţiilor de înfăşurări.

a spirelor secţiei de înfăşurare şi formarea capetelor de ieşire a secţiei. Ambele maşini-unelte au fost create de un grup de constructori sub conducerea lui Eduard Vladimirovici Kosmin.

O. Kulikov—Harkov

REFERATE

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.1 : 534.793.083

Lübcke, E. **Măsurarea zgomotu'ui maşinilor electrice.** (Geräuschmessungen an elektrischen Maschinen). În: Elektronorm **16**, nr. 4, 1962, p. 106.

În recomandarea DIN 45632/II 1962 pentru măsurarea zgomotului maşinilor electrice care, faţă de prima redactare din 1959, conţine modificări introduse în urma anchetei s-a introdus un articol despre noţiuni şi mărimi. Apare tensiunea de intensitate medie a zgomotului maşinii, adică media intensităţii zgomotului pe o linie de măsură la un metru distanţă în jurul maşinii. Din publicaţia CEI 123 „Sonometre", din lucrările în curs ale Comitetului ISO TC 43 GL 9 pentru întocmirea regulilor generale pentru măsurarea zgomotului maşinilor şi din lucrările specialistului japonez S. Morita se trage concluzia că pentru măsurarea zgomotului maşinilor electrice trebuie să se adopte o anumită curbă de corecţie A, dîndu-se intensitatea zgomotului în dB (A). Întrucît pentru măsurarea zgomotului nu sînt concret realizabile camere absolut anecoide sau absolut reverberante, în noua versiune a standardului DIN 45632 s-a renunţat intenţionat la noţiunea de putere acustică radiată de maşina măsurată. Se arată că la o distanţă de măsură constantă intensitatea zgomotului maşinii este în concordanţă cu puterea acustică a maşinii. Dimensiunile maşinii fiind aproape egale pentru puteri şi turaţii identice dispunerea punctelor de măsură pe un perimetru determinat în jurul maşinii duce la intensităţi ale zgomotului egale. Pentru cercetarea nocivităţii zgomotului se recomandă analiza în octave, iar pentru determinarea cauzelor lui, analiza în treimi de octavă sau în bandă îngustă. Erorile de măsură şi duratele măsurărilor cresc cu cît benzile de măsură sînt mai înguste.

A. S.

CZ 621.313.323

Scheck, H. **Motoare sincrone pentru acţionarea maşinilor compresoare cu piston** (Synchronmotoren zum Antrieb grosser Kolbenverdichter). În: Elektrie, **16**, nr. 2, febr. 1962, p. 44—45, 5 fig.

Este vorba de motoare trifazate de înaltă tensiune construite în strînsă colaborare cu furnizorii de compresoare pentru presiuni înalte necesare fabricaţiei de combustibili sintetici sau sintezei amoniacului, instalaţiilor frigorifice etc. Din cauza limitelor superioare ale pistoanelor, compresoarele au turaţiile relativ joase (214—94 rot/min). La puteri de la 400—6 200 kW, pînă la 1 250 kW sînt utilizate motoarele asincrone, iar pentru puteri mai mari cele sincrone. Cuplajul este simplificat prin faptul că motorul şi compresorul au ax comun. Motoarele sînt construite conform normei A 3. Statorul poate fi deplasat în sens axial astfel că bobinajele rotorului şi statorului pot deveni accesibile pentru revizie şi reparaţii, fără a fi nevoie de demontarea compresorului. Aceste motoare sînt executate în construcţie protejată contra exploziei (VDE 0171) avînd de obicei răcire cu ventilaţie proprie pînă la puteri de 2 500 kW. La puteri mai mari se preferă construcţia complet capsulată. Cîteva fotografii arată diferite tipuri de motoare în di-

ferite execuţii, pentru 4 000 kW, 3 kV, respectiv 6 kV şi 125 rot/min. Este descris apoi convertizorul de excitaţie care formează un grup separat plasat în afara spaţiului în pericol de explozie. Aceste motoare sînt construite în general pentru 6 kV, 50 Hz utilizîndu-se transformatoare cînd tensiunea reţelei este mai ridicată. Pornirea se face direct, maşina suportînd curenţi de pornire de cinci ori mai mari decît curentul nominal şi aceasta datorită bobinajului special descris în articol. În încheiere sînt indicate datele principale ale ultimului tip de motor expus la Leipzig şi care realizează 5 000 kW la 6 kV şi 125 rot/min. Se insistă asupra economiei de material (7 000 kg) datorită axului perforat, asupra fixării rotorului pe ax şi, în sfîrşit, asupra evoluţiei viitoare privind antrenarea cea mai economică a compresoarelor cu piston.

Gh. C.

CZ 621.313.333.016.1

Chidambara, M. R. şi Garapathy, S.: **Cuplul tranzitoriu al motoarelor trifazate de inducţie în timpul comutării** (Transient torques in 3-Phase induction motors during switching operations). În : Pow. App. & Syst., nr. 59, aprilie 1962, p. 47.

Se analizează matematic variaţiile tipului unui motor de inducţie trifazat în următoarele faze : pornire, reanclanşare şi conectare în contracurent. Expresiile sînt studiate pentru diferite valori ale parametrilor maşinii. Pentru cazul pornirii se prezintă o verificare experimentală. Traductorul folosit pentru citirea cuplului este bazat pe deformarea la torsiune a unei porţiuni a arborelui prinsă între două şaibe de ebonită ; fiecare şaibă poartă una din armăturile unui condensator. Astfel fiecărei variaţii a cuplului îi corespunde o variaţie a capacităţii condensatorului. Amplitudinea maximă a cuplului tranzitoriu poate să ajungă la de 7—8 ori aceea a cuplului final stabilizat. Încercările s-au făcut asupra unui motor trifazat cu rotorul în colivie de 220 V şi 50 W.

A.H.

CZ 621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.211

Weber, W. **Transformatoare moderne uscate** (Moderne Trockentransformatoren). În : Elektro-Anzeiger **15**, nr. 12, 1962, p. 142—143, 2 fig., 2 tab.

Standardele stabilind limitele de temperatură pentru utilizarea materialelor izolante reglementează şi construcţia transformatoarelor uscate. Se atinge o putere la care temperatura calculată ar depăşi limita de temperatură standardizată dacă, pentru această putere, nu s-ar modifica construcţia transformatorului, folosind o cantitate mai mare de material. Mai există însă o posibilitate de a depăşi temperaturile mai înalte, anume alegînd o clasă de izolaţie mai bună, de exemplu clasa E, care premite 120°C. La puteri peste 100 kVA, transformatorul cu izolaţia de clasă E este mai ieftin decît pentru clasa A. În cazuri speciale, de exemplu greutate şi volume mici, precum şi în subteran, se utillizează, chiar la puteri mici, transformatoare uscate. Folosind tablă laminată la rece, nu mai sînt necesare măsuri speciale pentru răcirea miezului. În instalaţiile de distribuţie, construcţia celulelor se ieftineşte, căci nu mai este necesară groapa pentru scurgerea uleiului sau a altui lichid din transformator. Pierderile mici ale tablei laminate la rece duc la ieftinirea preţului total al unui transformator uscat faţă de un transformator în ulei, de putere egală.

A. S.

CZ 621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.6 : 620.193.21.08

Rychtera, M. **Studiul acţiunii mediului umed ciclic şi constant exercitate asupra dielectricilor** (Porovnani ucinku cyklického a konstantniho vlhkého prostredi na dielektrika). În: Slaboproudy Obzor **22**, nr. 10, 1961, p. 588—590, 2 diagr., 8 ref. bibl.

Autorul examinează problema existenţei unei diferenţe esenţiale în variaţiile proprietăţilor electrice ale dielectricilor sub acţiunea unui climat umed ciclic sau constant, natural sau creat. S-a putut constata că micşorarea rezistenţei de izolaţie a dielectricilor expuşi la acţiunea climatului umed ciclic este mult mai mare decît aceea a dielectricilor expuşi la acţiunea climatului umed constant ; această micşorare este produsă de fenomene de histereză în cursul absorbţiilor şi eliminărilor alternative ale umezelii.

A. S.

CZ 621.315.614.64.017.75

Trant, G. R., Berry R. C. şi Greenman, N. L. **Hîrtii izolante pentru 155°C** (Insulating Papers for 310 F). În : Materials in Design Engng. **55**, nr. 3, 1962, p. 12—13, 2 fig., 1 tab.

Trei tipuri noi de hîrtie impregnată rezistentă la 155°C (clasa F, sau 310°F) au intrat în producţie semiindustrială. Ele înlocuiesc tipurile precedente de hîrtie din fibre acrilice cu impregnare acrilică, produse pentru 130°C (clasă B). Noile materiale sînt hîrtii din fibre poliesterice impregnate cu o răşină epoxidică. Există trei tipuri după flexibilităţi : unul foarte flexibil, unul mai puţin flexibil şi unul rigid. Ca durată de viaţă dielectrică noile materiale pe bază de hîrtie sînt depăşite numai de mica cu impregnare siliconică şi de laminatele cu suport din ţesătură de sticlă (356°C sau clasa H), din cauză că structura cu fibre marginale împîslite a hîrtiei rezistă mai bine decît o structură ţesută. Utilizarea unei fibre organice sintetice împreună cu saturantul organic epoxidic dă o coincidenţă mai mare a dilatării şi contracţiei fazelor fibroasă şi răşinoasă în timpul şocurilor termice ; de asemenea rezultă o pierdere reciprocă de greutate şi dimensiuni în timpul îmbătrînirii termice, ceea ce împiedică formarea crăpăturilor şi golurilor care ar duce la defecte dielectrice.

A. S.

CZ 621.315.624.5

Schmidt, O. H. şi Băsel, G. **Studiul defectelor izolatoarelor tijă în reţelele de 110 şi 220 kV ale Republicii Democrate Germane în anul 1959** (Auswertung der Isolationsstörungen an Langstabisolatoren in den 110 und 220 kV-Netzen der Deutschen Demokratischen Republik für das Jahr 1959). În : Mitt. Inst. Energetik, nr. 32, 1961, p. 79—86, 2 fig., 11 tab., 5 ref. bibl.

În continuarea statisticii izolatoarelor tijă pentru anii 1956—1958 se cercetează deficienţele de izolaţie ale acestui tip de izolator, survenite în 1959 în reţelele de 110 şi 220 kV ale R.D.G. Proporţia foarte redusă a defectării din cauza ruperii (0,01 %) şi proporţia de asemenea redusă din cauza defectelor porţelanului fără rupere (0,017 %), considerate în raport cu izolatoarele montate, confirmă încă o dată calitatea deosebită în exploatare a acestui tip de izolator. Întrucît mai mult decît jumătate din defecte se produc din cauza influenţei straturilor străine, printr-o dimensionare suficientă a izolaţiei în regiunile cu straturi străine se va putea limita mai mult defectarea. În recomandări se cere fabricantului un control de calitate îmbunătăţit.

A. S.

CZ 621.316.5 *Întreruptoare*

CZ 621.316.57.027.3 : 621.311.4—742

Dietlin, J. **Problema montării şi experienţe cu întreruptoare în posturi exterioare** (Problèmes de montage et expériences avec des disjoncteurs dans les postes extérieurs). În : Bull. ASE **55**, nr. 8, 1962, p. 405—409.

Articolul tratează problema alegerii întreruptorului ţinînd seamă de o serie importantă de factori, ca : puterea de rupere, curentul nominal şi de serviciu, viteza de rupere şi comportarea aparatului la reamorsări, genul de comandă, gabaritul, preţul de cost, factori ce se analizează în amănunţime. Se indică motivele care conduc pe constructorul unei staţii de înaltă tensiune la alegerea acelor aparate ale căror performanţe pot fi determinante pentru securitatea serviciului. Preţul, deşi are un rol important, nu trebuie să fie determinant în cazul în care performanţele întreruptorului sînt indispensabile bunei funcţionări. Diferitele moduri de a executa comanda se analizează pe larg, ca şi problema plasării întreruptoarelor în schemă.

În ceea ce priveşte montarea, se evită transportarea întreruptoarelor gata montate, deoarece înălţimea lor este mare şi centrul de greutate ridicat, montarea făcîndu-se pe locul indicat în schemă ; în felul acesta, roţile nu mai sînt necesare şi se realizează economii însemnate. Pentru ridicarea camerelor

de stingere s-au construit mașini speciale (derivate dintr-un tractor comun), care permit ridicarea unei sarcini de 3 500 kg la o înălțime de circa opt metri.

Se menționează că lucrările de întreținere și de reparație a întreruptoarelor de foarte înaltă tensiune, montate actualmente în rețea, sînt reduse, iar datele de exploatare sînt favorabile, aparatele nefiind pînă acum niciodată cauze directe sau indirecte de incidente în serviciu.

Fl. T.

CZ 621.316.57.064.45-742

Petit Pierre, R. **Intreruptoare cu aer comprimat și cu gaz** (Les disjoncteurs à air comprimé et à gaz). În : Bull. ASE **53**, nr. 8, 1962, p. 383–391.

După ce se analizează tipurile de întreruptoare cu aer comprimat, montate în rețelele de înaltă tensiune în ultimii 30 de ani, se descrie un nou întreruptor cu aer comprimat, capabil să funcționeze în cele mai diferite regimuri de lucru și care poate rupe în bune condiții atît defecte kilometrice sau evolutive, cît și curenți slab inductivi sau capacitivi. Aparitia acestui tip de aparat este o urmare a faptului că puterile de scurtcircuit care se vor dezvolta în multe rețele proiectate azi cer aparate puternic dimensionate. (De exemplu, pentru tensiunea de 220 kV, în viitor vor trebui aparate cu puteri de rupere superioare lui 10 000 MVA, în așa fel încît în următorii ani să fie posibilă ruperea unor curenți de minimum 40 kA).

O restudiere a presiunilor de lucru ale întreruptorului (se indică presiunea de lucru de 26 at) și a rezistențelor de șuntare a permis construirea acestui nou tip, la care solicitările sînt distribuite după natura lor, pe camere de rupere specializate. Fiecare element al întreruptorului este prevăzut cu trei camere de stingere : camera A șuntată de o rezistență de mică valoare, camera B de o rezistență mare și camera C neșuntată, care se deschide cu oarecare întîrziere și nu întrerupe decît curentul rezidual al rezistenței mari, asigurînd și izolarea în poziția de deschidere sau închidere pe scurtcircuit.

După acest principiu s-a construit un întreruptor de 245 kV, 16 000 MVA, fiecare pol compunîndu-se din trei unități asemănătoare ; încercat la diferite tipuri de defecte, aparatul s-a comportat bine.

În ceea ce privește tipurile noi de întreruptoare cu gaz (în special, hexafluorură de sulf), se arată că, în stadiul actual al cercetărilor, nu este posibil să se răspundă cu certitudine la această problemă, întrucît avantajele mari pe care le oferă — rigiditatea dielectrică foarte bună și presiunea mică de lucru — sînt estompate de o serie de dificultăți, ca : circuite închise pentru circulația hexafluorurii, condensarea la anumite presiuni a hexafluorurii.

Fl. T.

CZ 621.316.9 *Protecția rețelelor*

CZ 621.316.99

Hosemann, G. **Proiectarea și executarea instalațiilor de legare la pămînt** (Projektierung und Ausführung von Erdungsanlagen) În : ETZ-A, **83**, nr. 7, 1962, p. 231–236.

Proiectarea și executarea oricărei distribuții trifazate implică și o instalație de legare la pămînt corect dimensionată. Pentru dimensionarea acestei instalații, în diverse țări, există prescripții și recomandări care în parte se deosebesc considerabil între ele.

În principiu se recunosc patru procedee diferite de dimensionare, după :

— forma instalației de legare la pămînt și de racordare a aparatelor ;
— tensiunea maximă admisibilă a prizei de pămînt ;
— tensiunile de pas și de atingere maxime admisibile ;
— curentul maxim suportat de corpul omenesc.

Dacă în primul caz, forma instalației de legare la pămînt este determinarea numai pe bază de experiență, în celelalte cazuri, inginerul proiectant trebuie să construiască această formă în funcție de parametrii electrici ai rețelei și de planul de situație al stației de transformare sau al centralei electrice respective.

În prima parte a articolului se trece în revistă prescripțiile de proiectare valabile în diferite țări, comparîndu-se cu prescripțiile V.D.E.

Se determină curenții parțiali de scurtcircuit la pămînt care pot fi cauzați de :

— scurtcircuite monofazate la pămînt sau scurtcircuite bifazate cu contact la pămînt, în cazul rețelelor legate rigid sau nerigid la pămînt ;
— scurgeri monofazate la pămînt sau dublă scurgere la pămînt, pentru rețelele izolate sau compensate.

Se analizează care este curentul economic de luat ca bază pentru dimensionarea instalației de legare la pămînt.

Se calculează rezistențele de dispersiune a unei stații de transformare sau a unei centrale de forță, rezistențe care constau din legarea în paralel a rezistenței rețelei de legare la pămînt, a rezistențelor longitudinale ale firelor de gardă de la stîlpii liniilor aeriene și a rezistențelor de șoc ale mantalelor cablurilor, conductelor de apă și a șinelor de cale ferată, în măsura în care acestea sînt legate la instalația de legare la pămînt.

Se dau diferitele ipoteze de apreciere a tensiunii prizei de pămînt și a tensiunilor de pas și de atingere precum și indicații privitor la executarea rețelei prizei de pămînt în formă de plasă.

Se descriu măsurile recomandate pentru reducerea gradientului de potențial, precum și a tensiunilor de atingere și de pas prea mari, indicîndu-se măsurările de efectuat la instalațiile de legare la pămînt.

În urma analizei prescripțiilor valabile în diferitele țări, privitor la dimensionarea instalațiilor de legare la pămînt, se poate constata că vechile norme, care erau greu de comparat între ele, au fost înlocuite cu noile reguli de dimensionare, întocmite după principii fiziologice unitare.

M.D.

CZ 621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.313 : 537.324

Teplinschi, A. M. **Convertizoare de freevență pentru măsurarea curenților mici alternativi** (Visokoiuvotvitelnie preabrazavateli dlia izmerenia malih peremenih tokov). În : Izmeritelnaia Tehnika, nr. 4, 1962, p 22–23, 5 ref. b.bl.

Convertizoarele termoelectrice sau cu termistoare se folosesc de mult timp în tehnică pentru măsurările precise ale curentului, ale cărui valori nu depășesc 1–3 mA. În acest articol se examinează un nou convertizor capabil să măsoare curenți alternativi mai mici de 1 mA. Aparatul constă dintr-un balon de sticlă înăuntrul căruia se montează elementul de încălzire și cel de precizie (termocuplu sau termistor). Spațiul, liber între elementul de sticlă și cel de precizie se umple cu un lac de bachelită. Pentru aducerea curentului la elementul de încălzire se folosesc conductoare de nivel, de 0,02 mm. Elementele încălzitoare realizate au următoarele caracteristici : lungimea 2,5 mm, diametrul = 0,2 mm, rezistențele 15–30 kΩ.

Curbele f.e.m. funcție de curent, pentru tipurile vechi cu rezistențe de 500 Ω și cele noi cu rezistențe de 16 500 Ω arată că, la același curent de 100 μA, f.e.m. a convertizorului cu rezistențe de 16 500 Ω este de circa 16 ori mai mare.

Valori la fel de bune s-au obținut și în cazul convertizoarelor cu termistoare, ale căror scheme de măsură se descriu pe larg.

Experiențele efectuate arată precizia acestor convertizoare, care permit măsurarea curentului alternativ de la 20 μA într-o gamă largă de frecvențe, fără a folosi amplificatoare pentru galvanometru.

Fl. T.

CZ 621.317.32.015.532

Izacov, F. Ia. **Măsurarea intensității cîmpului electric al descărcărilor Corona** (Izmerenie napriajenosti electriceskovo polia coronovorezriada). În : Izmeritelnaia Tehnica, nr. 2, 1962, p. 40–43, 4 ref. bibl.

Determinarea experimentală a intensității cîmpului electric al descărcărilor Corona se face de obicei cu ajutorul sondelor (de exemplu, metoda sondei lui Cato), metode care totuși nu oferă o precizie satisfăcătoare.

În lucrarea de față, se analizează metodele bazate pe efectul forței date de cîmpul electric asupra unui corp de probă, și anume : metoda deplasării sferei, metoda rotirii elipsoidului etc. Pentru aceste situații se descriu aparatura folosită,

ca şi mijloacele pentru obţinerea intensităţii cîmpului electric al descărcării Corona, indicîndu-se avantajele şi dezavantajele fiecăreia. Astfel, prin metoda deplasării sferei (pentru determinarea mărimii şi direcţiei intensităţii) este necesar să se măsoare, în punctul dat al cîmpului, unghiurile de rotaţie a două sfere diferite, suspendate pe fire. Neajunsul acestei metode constă în influenţa încărcării firelor, a greutăţii şi deformaţiei asupra rezultatelor măsurării.

Folosind cealaltă metodă, a rotirii elipsoidului, gama intensităţilor măsurate este mult mai largă, metoda eliminînd dificultăţile semnalate anterior. În încheiere se fac consideraţii asupra elementelor geometrice ale sferelor şi elipsoidului, ca şi asupra distanţei maxime la care se poate studia cîmpul respectiv.

Fl. T.

CZ 621.317.31/32.029.42

Karpenko, V. P. **Problema măsurării curenţilor şi tensiunilor la frecvenţe foarte joase** (K voprosi izmerenia tokov i napriajenii na infranizkih ciastatah). În : Izmeritelnaia Tehnica nr. 3, 1962, p. 34—35, 2 ref. b.bl.

În multe domenii ale tehnicii apare nevoia de a măsura în domenii de frecvenţe 0,5 Hz, de exemplu la ridicarea caracteristicilor amplitudine-fază, la procesele de reglare automată, în medicină, metalurgie şi construcţii de maşini.

Este de remarcat, însă, că indicaţiile aparatelor la asemenea frecvenţe sînt legate de anumite cerinţe constructive. Astfel, există o limită a frecvenţei, sub care aparatul începe să lucreze în regim de vibrator, echipajul mobil oscilînd între zero şi valoarea maximă.

Limita inferioară a indicaţiilor aparatului depinde de perioada oscilaţiilor proprii ale sistemului mobil, această limită fiind cu atît mai mică, cu cît perioada este mai mare. Pentru ridicarea caracteristicilor amplitudine-frecvenţă se descrie o schemă experimentală ; tensiunea de joasă frecvenţă se obţine în regim de convertizor de frecvenţă, forma şi mărimea tensiunii controlîndu-se cu ajutorul unui osciloграf. Reglarea frecvenţei se realizează prin schimbarea unei rezistenţe plasate în circuitul statorului generatorului. Curbele ridicate cu această schemă pentru cîteva aparate sînt descrise pe larg. Se impune respectarea unor reguli şi anume : la măsurarea de frecvenţe joase să se folosească aparate electrice de măsură care lucrează în regim de vibraţie, în special aparate magnetoelectrice, cu posibilităţi mari de amortizare. În acest mod, frecvenţa maximă a mărimii de măsurat se determină după caracteristica amplitudine-frecvenţă a aparatului.

Fl. T.

SCURTE ŞTIRI

Cu cinci ani în urmă s-a dat în exploatare al douăzecilea agregat al U.H.E.-„V. I. Lenin" de pe Volga. Această uzină a produs 58,5 miliarde kWh de energie electrică ieftină. Colectivul U.H.E. contribuie efectiv la perfecţionarea metodelor de exploatare. Recent energeticienii de pe Volga au trecut linia sudică de transport de energie spre Moscova de pe tensiunea de 400 kV la cea de 500 kV, ceea ce permite sporirea capacităţii de transport a liniei. În prezent se lucrează la trecerea pe tensiunea de 500 kV şi pe linia nordică Jigulevsc — Moscova. În viitorul apropiat reconstrucţii asemănătoare se vor efectua şi pe linia care duce spre Ural.

Din „Pravda" nr. 288/15.10.1962.

Constructorii energetici sovietici au realizat cea mai mare U.H.E. din Europa — cea de la Dniepropetrovsk — şi continuă construcţia celei mai mari uzine termoelectrice din lume, folosind şistul combustibil, C.T.E. „Pribaltiiskaia". De la Congresul al XXII-lea al P.C.U.S. constructorii energeticieni din Donbas au sporit puterea uzinelor electrice cu 1 milion de kW. Puterea U.H.E. din Bratsk a depăşit în acelaşi timp 1,1 milioane kW. În timp de 9 luni ale acestui an la uzinele electrice mari s-a sporit puterea instalată de două ori în raport cu aceeaşi perioadă din anul trecut. Din luna noiembrie a anului trecut liniile magistrale de transport de energie de 110—500 kV s-au extins cu aproape 14 mii km.

Din „Pravda" nr. 290/17.10.1962.

În ajunul celei de-a 45-a aniversări a Marii Revoluţii din Octombrie, U.H.E. „Congresul XXII" a atins puterea planificată de 2563 MW.

Realizînd angajamentele în cinstea sărbătorii din Octombrie, constructorii uzinei au dat în exploatare înainte de termen ultimul agregat, cel de-al 22-lea generator care în aceste zile a început să lucreze în mod normal.

Din „Tribuna Ludu" nr. 307/05.11.1962.

Acolo unde actualmente a crescut clădirea principală a U.R.E.S. „Pribaltiiskaia" cinci ani în urmă a fost renumita mlaştină „Soldinskoie Boloto" din Estonia.

În anul 1959 s-a dat în funcţiune primul turbogenerator cu o putere de 100 MW iar la sfîrşitul lunii septembrie 1962 s-a dat în funcţiune al şaptelea turbogenerator şi puterea staţiei a atins 700 MW. Constructorii şi-au luat angajamentul de a ridica puterea uzinei în anul 1965 pînă la 1600 MW. Pînă la sfîrşitul anului 1962 s-a terminat construcţia secţiei a treia a U.R.E.S. şi puterea uzinei este de 800 MW. U.R.E.S. este o construcţie unică. Începînd din anul 1963 se montează maşini electrice de cîte 200 MW. Uzina se comandă cu dispozitive automate cu ajutorul televiziunii. Energia electrică de la U.R.E.S. „Pribaltiiskaia" se transmite în regiunile : Estonia, Leningrad, Lituania, Letonia, Kaliningrad. Peste puţin timp energia electrică de la această uzină se va transmite spre ţările socialiste frăţeşti, R.D.G. şi R.P.P.

Din „Pravda" nr. 321/17.11.1962.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET membru corespondent al Academiei R. P. R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon : 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 070149 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi : 100 lei anual ; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 50 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 5627.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 883

SOMMAIRE

CD 621.313.322.001.6

Corlăţeanu, V. : **Nouvelles tendances des projets et de la construction des machines synchrones de grande puissance**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 2, p. 41–49

La littérature technique contient de nombreuses indications techniques et économiques sur les nouveaux types de machines synchrones de grande puissance. L'auteur, à l'aide de nombreux exemples, présente une synthèse du fonctionnement, du point de vue de la construction et de l'exploitation.

CD 621.313.1 : 534.62

Bichir, N. I. : **Etudes sur le bruit des machines électriques**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 2, p. 50–57

L'article présente les problèmes acoustiques des sources de bruit des machines électriques. On décrit la construction de la chambre sourde réalisée par l'Institut de Recherches Electrotechniques (ICET) et les instruments spéciaux d'enregistrement. On expose les méthodes pratiquées pour la séparation des bruits et le mode d'interprétation des résultats obtenus.

CD 621.314.224.3 : 621.315.616.96

Baştiurea, Gh., et *Nistor, Gh.* : **Transformateurs de courant solés par des résines coulées**

Electrotehnica **11**)1963) nr. 2, p. 58–66

Un progrès important a été réalisé dans la construction des transformateurs de mesure en remplacant les isolateurs électriques classiques (huile, porcelaine) par une résine synthétique coulée. Les auteurs présentent l'aspect économique et technique du problème et insistent sur la technologie de l'isolement électrique résineux des transformateurs.

CD 621.316.57.064.3

Marinescu, I. : **Essai du disjoncteur IUP-10 à la puissance de coupure, dans le réseau**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 2, p. 67–72

A l'occasion des essais de la puissance de coupure d'un disjoncteur IUP-10, la puissance nominale n'a pas été atteinte, mais il a été constaté que le disjoncteur présente une usure importante. L'auteur déduit que le disjoncteur ne peut pas fonctionner correctement à la puissance nominale dans les conditions d'essai établies par les normes. Pour élucider le problème de la puissance de coupure, l'article propose un programme d'essais. Les conclusions seront appliquées avec profit dans l'exploitation.

CD 621.316.842 : 621.315.612.7

Greceanu, M., Antohi, C. et *Marcus, B.* : **La technologie des résistances électriques, enrobées d'une couche d'émail vitreux**

Electrotehnica **11** (1963) nr. 2, p. 73–76

On établit la composition d'un émail pour les résistances électriques bobinées et émaillées, ainsi que les principes de la réalisation en général de ces résistances électriques. La reproductibilité des procédés mis au point dans la recherche scientifique a été vérifiée dans la pratique ; de même, les solutions technologiques choisies ont été confirmées.

L'EXPÉRIENCE DE l'U.R.S.S., p. 77

DOCUMENTATION, p. 77–80

BRÈVES NOUVELLES, p. 80

CONTENTS

DC 621.313.322.001.6

Corlăţeanu, V. : **New Trends in the Design and the Building of High Power Synchronous Machines**

Electrotehnica, **11** (1963) no. 2, p. 41–49

The technical press features many technical and economical indications about new types of high power synchronous machines. This article resumes, from the builder's and the operator's point of view, new trends in choosing operating parameters. Numerous examples are given to ilustrate this trend.

DC 621.313.1 : 534.62

Bichir, N. I. : **Studying the Noise of Electric Machines**

Electrotehnica, **11** (1963) no. 2, p. 50–57

The author submits acoustic problems set by noise sources in electric machines. He continues by explaining the building of an anechoid room at the Institute of Electrotechnic Research and mentions the special recording instruments. After presenting experimental methods to study noise, he shows the practical methods used for separating noise and for interpreting the obtained results.

DC 621.314.224.3 : 621.315.616.96

Baştiurea, Gh. and *Nistor, Gh.* : **Current Transformers Insulated in Synthetic Resins**

Electrotehnica **11** (1963) no. 2, p. 58–66

Important advance has been achieved in the field of instrument transformer construction by using a synthetic resin as a substitute for classic insulating materials (oil, porcelain). The paper analyses the economic and technical aspects of the problem insisting on the technology involved by the resin insulation of transformers.

DC 621.316.57.064.3

Marinescu, I. : **Testing a IUP-10 Circuit Breaker at Rupturing Capacity in the Net**

Electrotehnica, **11** (1963) no. 2, p. 67–72

When testing a circuit breaker IUP-10 at its rupturing capacity it was found that although the rated power was never reached, during the tests the breaker presented an apreciable wear. This infers that the breaker would not function correctly if tested at rated power and in the conditions imposed by the standards. The author proposes a testing programme for the circuit breaker IUP-10 during wich the problem set by the rupturing capacity will be cleared up. Conclusions drawn after this experience shall be of great advantage to the exploitation.

DC 621.316.842 : 621.315.612.7

Greceanu, M., Antohi, C. and *Marcus, B.* : **The Technology of Glassy Enamel Covered Winded Resistances**

Electrotehnica **11** (1963) no. 2, p. 73–76

The composition is being established of an enamel for enamelled winded resistances as well as the technology of these resistances as a whole. The reproductibility of processes elaborated during research work has been practically checked and the chosen technological solutions confirmed.

FROM THE EXPERIENCE OF THE U.R.S.S., p. 77

ABSTRACTS, p. 77–80

BRIEF NEWS, p. 80

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3.06 CUPLAJ. COMUTAŢIE. ÎNTRERUPTOARE. SEPARATOARE

CZ 621.3.066.6 : 621.313.1.047.3

Livşiţ, S.P.

Regimuri optime de lucru ale contactului electric de alunecare. În : Elektroprom **33**, nr. 8, aug. 1962, p. 47—50, 2 fig., 3 tab.

CZ 621.3.066.6 : 536.212.2 : 621.791.3

Schreiner, H. şi *Wendler, F .*

Transmisia căldurii prin straturile de sudură ale contactelor electrice. În : Elektrotechn. Z. (E.T.Z.-B.) **14**, nr. 13, 25 iunie 1962, p. 345—348, 6 fig., 3 tab., 7 ref. bibl.

CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313 : 061.4(43 — 2.27) „1962"

Depser, R şi Kessler, G.

Electrotehnica la Tîrgul industrial de la Hanovra 1962. Maşini electrice şi motoare. În : Elektrotechn. Z. (E.T.Z.-A) **83**, nr. 13, 18 iunie 1962, p. 414—417, 10 fig.

CZ 621.313.1.044.6 : 538.541

Pik-Piceak, A. A.

Calculul pierderilor superficiale la polii masivi, la mers în gol. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, aug. 1962, p. 27—30, 3 fig., 4 ref. bibl.

CZ 621.313.2 — 712

Borisenko, I. A. ş.a.

Ventilatoare pentru ventilaţia independentă a maşinilor de curent continuu de putere medie. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, aug. 1962, p. 23—27, 3 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.313.2.047.001.24

Kurbasov, S.A.

Calcularea comutaţiei unei maşini de curent continuu. În : Elektricestvo, **82**, nr. 8, aug. 1962, p. 69—72, 2 fig.

CZ 621.313.2.047.4

Tolkunov, P.V.

Alegerea densităţii de curent sub perii în maşinile de c.c. mici şi mijlocii. În : Elektricestvo **82**, nr. 8, aug. 1962, p. 65—68, 6 ref. bibl.

CZ 621.313.333 : 338.062.172

Kaliszky, Z.B.

Montarea pe bandă a seriilor mici de motoare asincrone. În : Gép (R. P. Ungară) **14**, nr. 4, apr. 1962, p. 155—159, 5 fig., 1 tab., 3 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE

CZ 621.314.2 : 621.315.1.024

Hudiakov, V. V. ş.a.

Modelarea transformatoarelor de forţă pentru transportul energiei electrice de curent continuu. În : Vestn. Elektroprom., **33**, nr. 7, iulie 1962, p. 20—27, 4 fig., 3 tab., 3 ref. bibl.

CZ 621.314.6 : 061.4(43 — 2.27) „1962"

Kerb, F. şi *Ludwig, E.*

Electrotehnica la Tîrgul industrial de la Hanovra 1962. Convertizoare statice (redresoare). În : Elektrotechn. Z. (E.T.Z.-A) **83**, nr. 13, 18 iunie 1962, p. 423—426, 12 fig.

CZ 621.315.6 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE. SUPORŢI

CZ 621.315.61

„Explicaţia tip" pentru materiale izolante, importanţa ei în tehnică. În : Electro-Technol. **69**, nr. 2, 1962, p. 99—101.

CZ 621.315.61

Warner, A. J.

Problemele aplicării izolării. În : Electro-Technol. **69**, nr. 2, 1962, p. 165—188, 190, 192, 67 tabl.

CZ 621.315.61

Vail, C.R.

Comportarea moleculară a materialelor izolante electrice compuse. În : Electro-Technol. **69**, nr. 2, 1962, p. 82—98, 22 tab., 16 ref. bibl.

CZ 621.315.616.96.001.4/5

Schwarz, K. H.

Probe de rezistență la căldură și la foc a materialelor izolante. În : Elektrotechn Z. (E.T.Z.-B) **14**, nr. 10, 14 mai 1962, p. 273—279, 17 fig.

CZ 621.315.616.96 : 621.314.2.045.1

Pereselențev, F. I. ș.a.

Folosirea lichidelor sintetice de impregnare la condensatoarele de forță care funcționează la temperaturi joase. În : Elektroprom. **33**, nr. 8, aug. 1962, p. 35—38, 7 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. ÎNTRERUPTOARE

CZ 621.316.176 : 621.311.42

Schimmel, H. și Schäfer, H.

Standardizarea stațiilor de transformatoare industriale. În : Elektricestvo **16**, nr. 2, febr. 1962, p. 32—36, 8 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CZ 621.316.543.1

Kadomskaia, P.K. ș.a.

Utilizarea unui întreruptor cu două căi. În : Elektricestvo **82**, nr. 8, aug. 1962, p. 61—65, 5 fig., 4 ref. bibl.

CZ 621.316.925 : 061.4(43—2.27) „1962"

Rimmark, L.

Electrotehnica la Tîrgul industrial de la Hanovra 1962. Relee de protecție și relee auxiliare. În : Elektrotechn. Z. (E.T.Z.-A) **83**, nr. 13, 18 iunie 1962, p. 434—436, 8 fig.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURAT

CZ 621.317.333.6

Siscev, I. M. și *Borin, M. V.*

Metoda de încercare a izolației interne a aparatelor în aer. În : Elektroprom. **33**, nr. 8, aug. 1962, p. 50—55, 7 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.317.333.6

Sisoiev, I. M.

O metodă statistică pentru determinarea rigidității dielectrice a aparatajului în aer. În : Elektricestvo **82**, nr. 8, aug. 1962, p. 52—56, 5 fig., 5 ref. bibl.

CZ 621.317.7 + 621.316.7 : 061.4(43—2.27) „1962"

Orth, E. și Sattelberg, K.

Electrotehnica la Tîrgul industrial de la Hanovra 1962. Tehnica măsurărilor și a reglajului. În: Elektrotechn. Z. (E.T.Z.-A), **83**, nr. 14, 2 iulie 1962, p. 449—457, 17 fig.

CZ 621.317.7

Shramkov, C.E. ș.a.

Structura și cîteva caracteristici de bază ale instrumentelor și aparatelor moderne pentru măsuri electrice. În : Elektricestvo **82**, nr. 8, aug. 1962, p. 20—26, 6 fig., 6 ref. bibl.

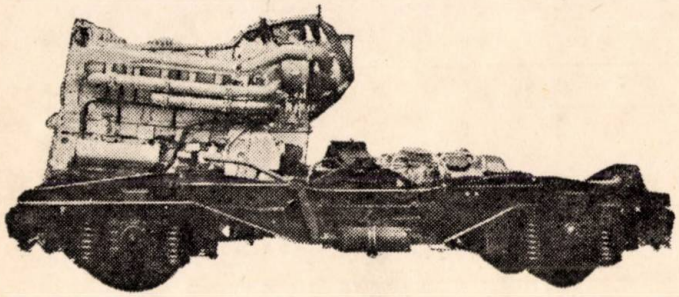
CZ 621.317.799 : 621.3.066.6.08

Chaikin, S.W., Anderson, J. R. și *Santos, G. J.*

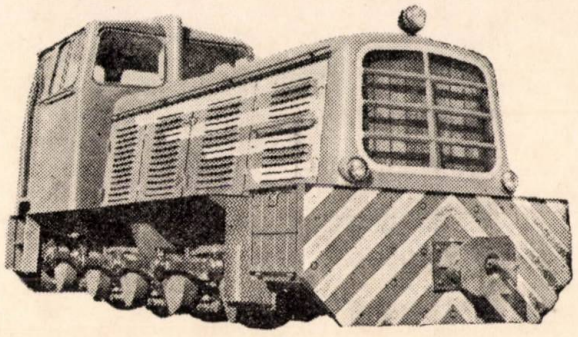
Măsurarea rezistenței de contact cu aparat-sondă îmbunătățit. În : Rev. Sci. Instrum. **32**, nr. 12, 1961, p. 1294—1296, 4 fig., 2 ref. bibl.

UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

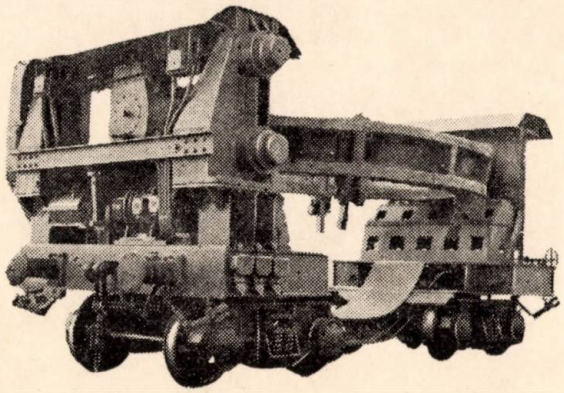
BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



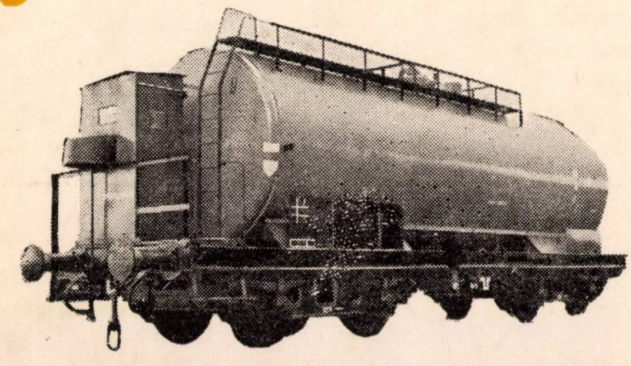
LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm



VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



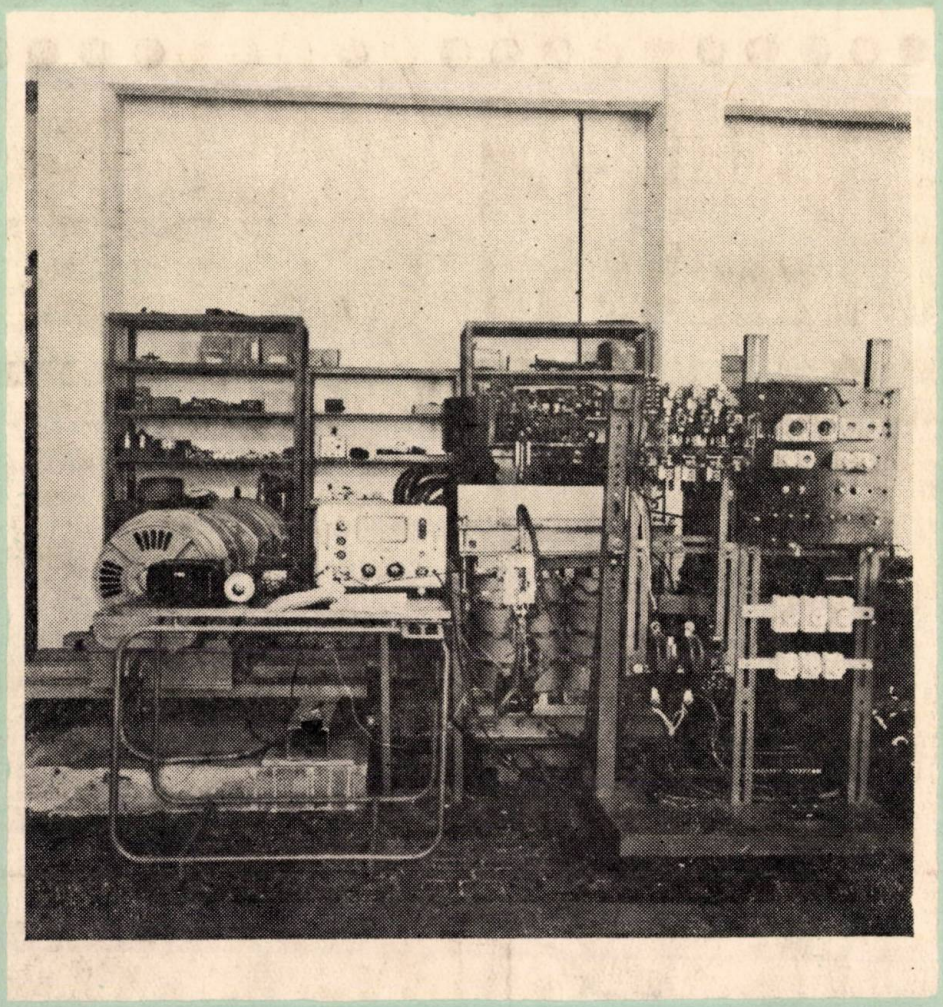
VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

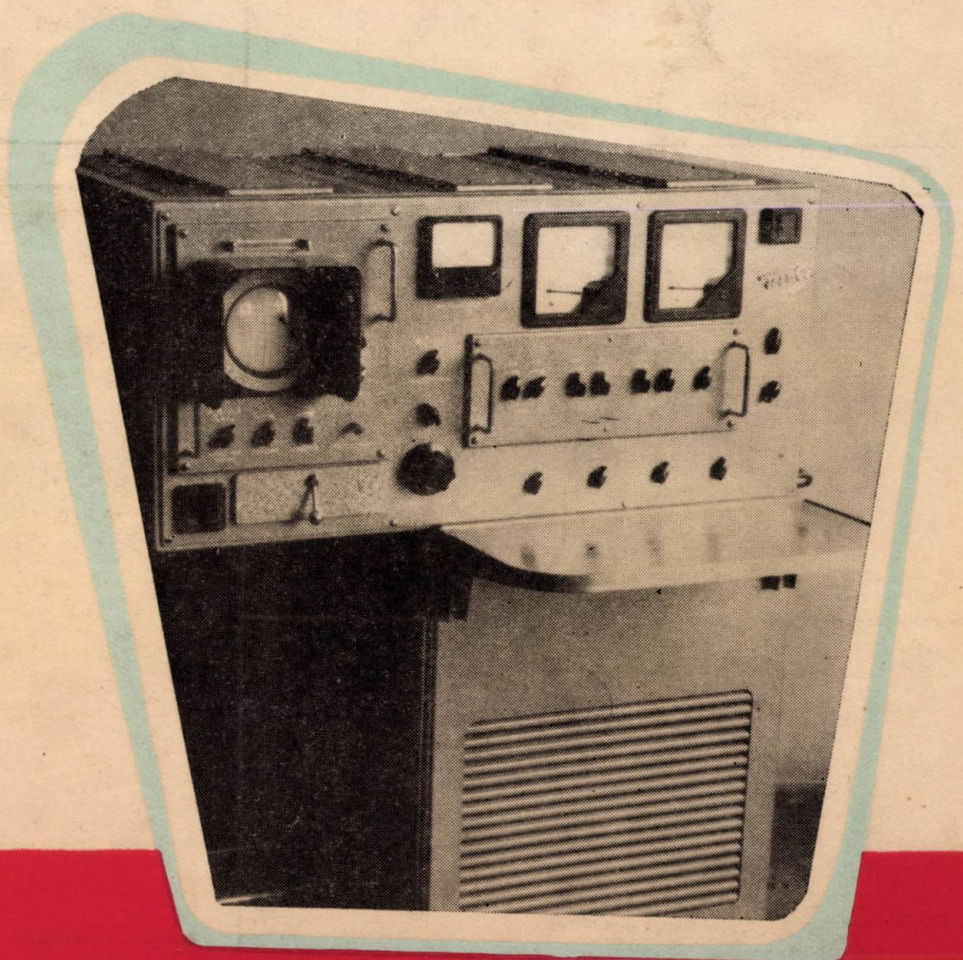
TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide



E2040

ELECTROTEHNICA

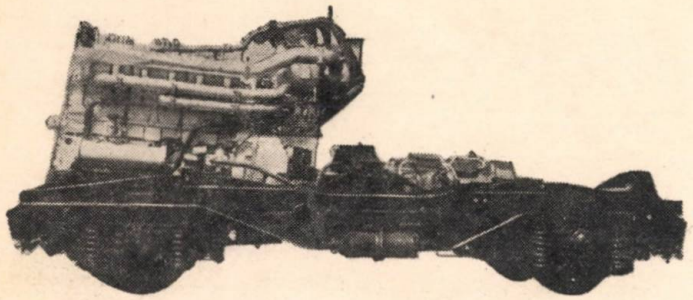


3

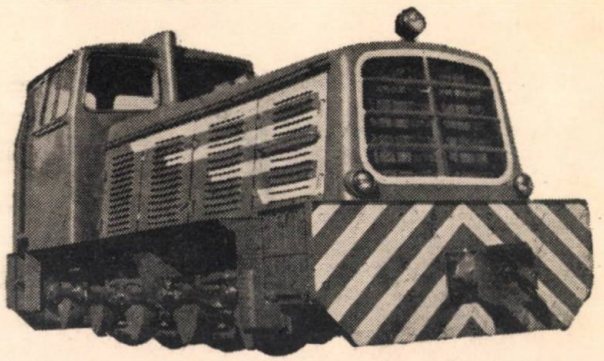
Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 11 ★ nr. 3 ★ p. 81 — 120 ★ martie 1963

UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

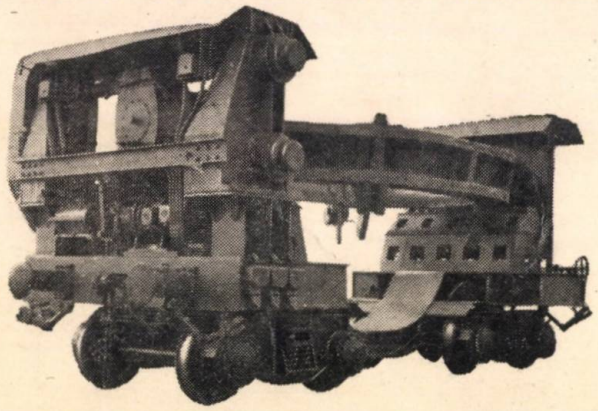
● BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



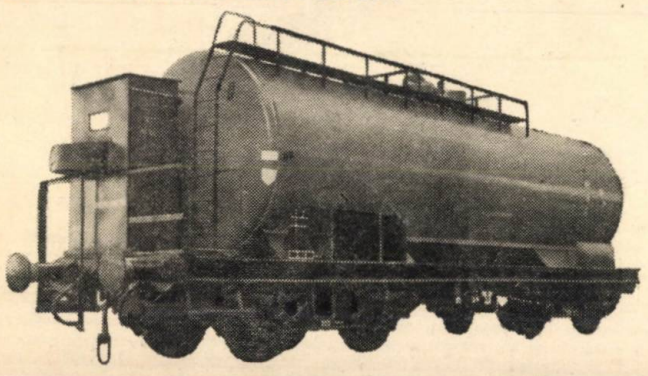
● LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm



● VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



● VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

ELECTROTEHNICA

Anul **11** nr. 3 martie 1963

CUPRINS

CZ 621.313.322.072.2

Corlăţeanu, V. : **Sisteme moderne de excitaţie şi reglaj al tensiunii maşinilor sincrone.**

Electrotehnica, **11** (1963) 3, p. 81–86

Literatura tehnică conţine numeroase indicaţii tehnico-economice asupra noilor tipuri construite de maşini sincrone de mare putere. În prezenta lucrare se sintetizează, din punctul de vedere al constructorului şi al exploatării, noile tendinţe în alegerea sistemelor de excitaţie şi reglaj. Se dau numeroase exemple pentru ilustrarea acestor tendinţe.

CZ 621.313.333.042.3

Bunea, V. : **Maşini electrice cu crestături complet închise.**

Electrotehnica, **11** (1963) 3, p. 87–95

Se prezintă particularităţile unui motor asincron cu crestături complet închise şi modul de calcul. Se ilustrează cu un exemplu pentru un motor de 4 kW, 3 000 rot/min.

CZ 621.311.1 : 061.3. CIGRÉ „1962".

Constantinescu, E. şi *Groza, L.*: **Lucrările celei de-a 19-a sesiuni a Conferinţei Internaţionale a Marilor Reţele Electrice (CIGRÉ).**

Electrotehnica, **11** (1963), 3, p. 95–98

CZ 621.355.9 : 546.57

Lică, S. şi *Ştefănescu, M.* : **Consideraţii asupra îmbunătăţirii caracteristicilor electrice ale acumulatoarelor oxid de zinc-argint.**

Electrotehnica, **11** (1963) 3, p. 98–102

Se arată că introducerea pulberilor metalice în masa activă a electrodului negativ măreşte capacitatea acumulatorului. Pulberea de amalgam oxid de zinc-cadmiu dă cea mai importantă mărire a capacităţii acumulatorului şi măreşte numărul de cicluri cu 20 % faţă de acumulatorul obişnuit cu oxid de zinc-argint.

PENTRU TÎNĂRUL INGINER

CZ 621.315.2 : 621.312 (498)

Cruceru, C. : **Tendinţe moderne în fabricarea cablurilor şi conductoarelor electrice de forţă.**

Electrotehnica, **11** (1963) 3, p. 102–108

Se expun realizările şi tendinţele de la FCME în reproiectarea cablurilor şi conductoarelor izolate cu hîrtie, cauciuc şi PCV. Se fac aprecieri asupra economiei de materiale şi creşterii productivităţii muncii.

NOTE

CZ 621.315.616.96 : 621.315.514

Capotă, I. şi *Podani, E.* : **Lac pe bază de elastomeri poliuretanici pentru protecţia cablurilor flexibile, utilizate la maşini electrice.**

Electrotehnica, **11** (1963) 3, p. 108–111

DIN EXPERIENŢA U.R.S.S., 111–112

RECENZII, 112–114

REFERATE, 115–118

SCURTE ŞTIRI, 118–119

INVENŢII, 119–120

Fotografia de pe coperta I reprezintă un generator de impulsuri repetate cu osciloscop catodic pentru încercarea la tensiune și defectoscopia înfășurărilor mașinilor electrice, elaborat de ICET, iar fotografia de pe coperta a IV-a instalația de sincronizare a generatorului de impuls din laboratorul de înaltă tensiune ICET.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.313.322.072.2

Carlăteanu, V.: **Современные системы возбуждения и регулирования напряжения синхронных машин.**

Electrotehnica, **11** (1963) № 3, стр. 81–86

В технической литературе содержатся многочисленные технико-экономические указания относительно новых построенных типов синхронных машин большой мощности. В настоящей работе синтезируются с точки зрения конструкции и эксплуатации новые направления при выборе систем возбуждения и регулирования. Даются моногочисленные примеры для иллюстрации этих направлений.

ДК 621.313.333.042.3

Bunea, V.: **Электрические машины с закрытыми пазами.**

Electrotehnica, **11** (1963) № 3, стр. 87–95

Представляются особенности асинхронного двигателя с закрытыми пазами и способ его расчета. Это иллюстрируется примером двигателя в 4 квт, 3000 об/мин.

ДК 621.311.1 : 061.3 CIGRÉ „1962"

Constantinescu, E., Groza, L.: **Работы XIX сессии международной конференции по электрическим системам (CIGRÉ).**

Electrotehnica **11** (1963) 3, стр. 95–98

ДК 621.355.9 : 546.57

Lică, S., Ştefănescu, M.: **Относительно улучшения электрических характеристик аккумуляторов серебряноцинковой окиси.**

Electrotehnica, **11** (1963) № 3, стр. 98–102

В этой статье показывается, что если добавить порошкообразную металлическую смесь в активную массу отрицательного электрода, увеличивается емкость аккумулятора.

Порошкообразный амальгам кадмия и цинковой окиси особенно увеличивает емкость аккумулятора а число циклов — больше чем на 20 % по сравнению с обыкновенным аккумулятором серебряноцинковой окиси.

ДЛЯ МОЛОДОГО ИНЖЕНЕРА

ДК 621.315.2 : 621.312 (498)

Cruceru, C.: **Современные стремления в производстве силовых кабелей и проводов.**

Electrotehnica **11** (1963) № 3, стр. 102–108

Излагаются достижения и стремления фабрики Кабелей и Электроматериалов (FCME) в перепроектировании кабелей и проводов, изолированных бумагой, резиной и полихлорвинилом. Даются оценки экономии материалов и роста производительности труда.

ЗАМЕТКИ

ДК 621.315.616.96 : 621.315.514

Capotă, I., Podani, E.: **Лак на основе полиуретановых эластомеров для защиты гибких кабелей, применяемых в электромашиностроении.**

Electrotehnica **11** (1963) № 3, стр. 108–111

ИЗ ОПЫТА СССР, 111—112

РЕЦЕНЗИИ,112—114

РЕФЕРАТЫ, 115—118

КРАТКИЕ ИЗВЕСТИЯ, 118—119

ПАТЕНТЫ, 119–120

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.322.072.2

Corlăţeanu V. : **Moderne Verfahren für Erregung und Regelung der Spannung synchroner Maschinen.**

Electrotehnica, **11** (1963) H. 3, S. 81–86

Der Verfasser unternimmt vom Standpunkt des Maschinenbaus und des Betriebs eine Untersuchung der zahlreichen im technischen Schrifttum enthaltenen Angaben über die neuen Entwicklungen bezüglich der Wahl der Erreger — und Regelungssysteme. Es werden zahlreiche Beispiele als Beleg angeführt.

DK 621.313.333.042.3

Bunea, V. : **Elektrische Maschinen mit vollständig geschlossenen Nuten.**

Electrotehnica, **11** (1963) H. 3, S. 87–95

Es werden die Eigenschaften eines asynchronen Motors mit vollständig geschlossenen Nuten und ein Berechnungsbeispiel für einen 4 kW-Motor mit 3000 U/min angeführt.

DK 621.311.1 : 061.3 CIGRÉ „1962"

Constantinescu, E. und *Groza L.* : **Die Arbeiten der 19. Tagung des CIGRÉ.**

Electrotehnica, **11** (1963), H. 3, S. 95–98

DK 621.355.9 : 546.57

Lică, S. und *Ştefănescu, M.* : **Betrachtungen über die Besserung der elektrischen Eigenschaften der Zinkoxyd-Silber — Akkumulatoren.**

Electrotehnica **11** (1963), H. 3, S. 98–102

Es wird nachgewiesen, dass die Einführung von Metallpulver in die elektrische Masse negativer Elektroden zur Steigerung der Kapazität des Akkumulators führt. Zinkoxyd—Kadmiumamalgam—Pulver bringt die bedeutendste Kapazitätssteigerung und erhöht die Anzahl der Zyklen mit mehr als 20% im Vergleich mit gewöhnlichen Zinkoxyd-Silber-Akkumulatoren.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR

DK 621.315.2 : 621.312 (498)

Cruceru, C.: **Neue Entwicklungen in der Erzeugung elektrischer Starkstrom-Kabel und — Leitungen.**

Electrotehnica, **11** (1963), H. 3, S. 102–108

Es werden der gegenwärtige Stand und die Bestrebungen der Kabel — und Motorenwerke für Modernisierung des Fabrikationsprogramms von mit Papier, Gummi oder PCV isolierten Kabeln und Leitungen, mit Erwähnung der Materialersparnisse und der Steigerung der Arbeitsproduktivität, angegeben.

NOTEN

DK 621.315.616.96 : 621.315.514

Capotă, I. und *Podani, E.* : **Schutzlacke auf Poliuretan-Elastomeren-Basis für schmiegsame Kabel in elektrische Maschinen.**

Electrotehnica, **11** (1963), H. 3, S. 108–111

AUS DEN ERFAHRUNGEN DER U.d.S.S.R., 111–112
BUCHBESPRECHUNGEN, 112–114
REFERATE, 115–118
KURZE NACHRICHTEN, 118–119
ERFINDUNGEN, 119–120

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 3 Bucureşti, martie 1963

Sisteme moderne de excitaţie şi reglaj al tensiunii maşinilor sincrone

Vasile Corlăţeanu – Bucureşti*

Se prezintă soluţii noi în alegerea sistemelor de excitaţie şi reglaj al tensiunii maşinilor sincrone. Se dau indicaţii asupra alegerii principalilor parametri şi se arată influenţa variaţiei lor. Se face o comparaţie a diverselor sisteme şi se arată limitele de aplicabilitate.

CZ 621.313.322.012.2

1. Consideraţii generale

Într-un articol anterior [1] s-a făcut un studiu asupra tendinţelor moderne în construcţia şi proiectarea maşinilor sincrone de mare putere, urmînd ca în prezentul articol să se prezinte în mod critic noile metode de excitaţie şi reglaj al tensiunii maşinilor sincrone.

Sistemele moderne de excitaţie şi reglaj al tensiunii trebuie să prezinte rapiditate, autonomie şi securitate maximă în serviciu. Alegerea unei soluţii este determinată uneori de criteriul economic, alteori de criteriul tehnic.

Maşinile sincrone de mare putere trebuie să asigure menţinerea stabilităţii reţelelor prin capacitatea lor de a furniza sau absorbi foarte rapede puterea reactivă. La un defect intern, protecţia lor trebuie să asigure o dezexcitare repidă şi prin urmare la o descărcare bruscă, supratensiunile ce apar să fie cît mai limitate. Unul din procedeele cele mai eficace este inversarea tensiunii rotorice pentru maşinile cu poli aparenţi. În particular prezintă interes a se face în continuare şi o inversare tranzitorie a curentului rotoric.

Autonomia de acţionare a dispozitivelor în funcţionare este absolut necesară. Supraexcitarea alternatorului trebuie să se menţină şi la defecte urmate de o scădere importantă a tensiunii reţelei [2, 3]. Pentru hidrogeneratoare la început s-a folosit o exitatoare derivaţie în cap de arbore cu o mică viteză de răspuns. Succesiv s-a înlocuit cu o excitatoare principală, excitată de o altă excitatoare-pilot combinată cu un regulator mecanic, apoi de sisteme cu supravoltor de mare viteză în serie cu indusul sau inductorul excitatoarei principale. Supravoltorul putea fi controlat de un regulator echipat cu tiratroane, tuburi cu vid, amplificatoare magnetice sau prin intermediul unei amplidine.

În ultimii 10 ani utilizarea redresoarelor cu vapori de mercur a permis realizarea de viteze de răspuns foarte ridicate. În viitor drumul este deschis pentru folosirea semiconductoarelor cu siliciu sau cu efect de cîmp, ceea ce va duce la o soluţionare de nivel superior.

Redresoarele uscate cu siliciu asociate cu amplificatoare magnetice de putere vor putea fi folosite cînd este necesară o viteză de răspuns moderată. Aceste redresoare asociate cu sisteme de tip compound vor mai fi folosite pentru generatoare de puteri şi tensiuni mijlocii.

În cazul turbogeneratoarelor a fost uşor să se obţină viteze de răspuns ridicate cu excitatoare la 3 000 rot/min pînă la 70 MW. Peste această putere a trebuit să se micşoreze viteza excitatoarelor pînă la 750 rot/min pentru o putere a generatorului de 500 MW şi astfel performanţele acestor maşini au scăzut.

În timpul regimurilor tranzitorii se cere un impuls al curentului de excitaţie superior pentru maşinile cu piese polare masive faţă de maşinile cu poli din tablă.

În cazul defectelor interne pentru a dezexcita rapid este bine a se folosi excitatoare sau redresoare cu conexiune în cruce pentru a inversa tensiunea şi curentul rotoric.

Pentru a avea o foarte mare rapiditate de acţiune şi o autonomie completă se propune

* Prof. dr. ing. *V. Corlăţeanu* este inginer specialist la I.S.P.E. – Bucureşti.

să se utilizeze convertizoare cu vapori de mercur sau semiconductoare alimentate de un alternator auxiliar montat în cap de arbore.

De la puterea de 250 MW, la turboalternatoare devine dificilă realizarea periilor şi se preferă folosirea redresoarelor învîrtitoare [4] ce sînt alimentate de un alternator auxiliar inversat, montat tot în cap de arbore. Cu o asemenea soluţie se va scădea puţin viteza de răspuns şi nu va mai fi posibilă inversarea curentului rotoric în timpul dezexcitării.

2. Excitaţie prin redresoare cu vapori de mercur

În cazul hidrogeneratoarelor de viteză mică şi pentru căderi mici, folosirea unei excitatoare cu pilot în cap de arbore este neeconomică datorită dimensiunilor maşinii. În acest caz se adoptă grupuri separate pentru excitaţie compuse din maşini rapide cu 750 — 1 500 rot/min pentru 50 Hz. Constantele de timp fiind mai reduse, vitezele de răspuns vor fi mai rapide. Dacă se cere o autonomie mai mare a sistemului de excitaţie, una din soluţii este de a alimenta motorul asincron al grupului de excitaţie separată de la un alternator auxiliar montat în capul de arbore al hidrogeneratorului.

O altă soluţie este de a se face alimentarea prin transformatoare de la reţea. Asigurarea autonomiei se face printr-un volant ce reglează energia cinetică înmagazinată de grup, ceea ce permite a supraexcita alternatorul pe durata unei căderi de tensiune şi deci a menţine stabilitatea.

Sistemele de excitaţie cu redresoare practic nu au inerţie. În cazul unei căderi de tensiune pînă la 30%, supraexcitarea alternatorului este posibilă cu condiţia existenţei unui plafon al tensiunii corespunzător sistemului, adică de a avea o tensiune secundară la transformatorul auxiliar suficient de ridicată.

Dacă pe durata defectelor perturbaţiile tensiunii sînt frecvente şi de amplitudini ridicate este bine de a se instala un transformator supravoltor serie pentru a menţine supraexcitarea. Un asemenea transformator este parcurs de curentul maşinii, secundarul fiind conectat în serie cu transformatorul de alimentare a sistemului de excitaţie.

Pentru centralele termo - şi hidroelectrice, ce au o contribuţie la stabilitate importantă, este necesar să se alimenteze redresoarele de la un alternator auxiliar în cap de arbore.

Excitaţia prin redresoare cu vapori de mercur cu plafon de tensiune prezintă siguranţă pentru alternatoarele şi compensatoarele sincrone care trebuie să intervină rapid (50—150 ms) la reducerea căderilor de tensiune provenite, de exemplu, de la alimentarea laminoarelor sau cuptoarelor cu arc. Comanda grilelor fiind practic fără inerţie permite aplicarea tensiunii maximale de excitaţie la bornele înfăşurării rotorice de la 20 la 30 ms, considerînd şi timpul de acţionare a unui regulator modern.

Redresoarele cu vapori de mercur pot fi folosite în sisteme autoexcitate aşa cum este redat în schema principială [5] din figura 1 unde s-a notat cu *A* alternatorul şi cu *CSU* circuitul sensibil la tensiune. În această schemă

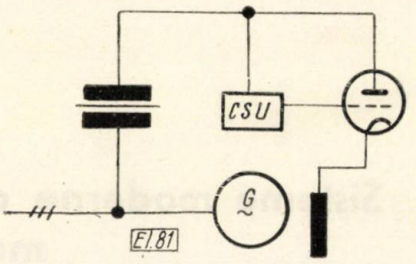


Fig. 1. Alternatorul autoexcitat.

curentul de excitaţie este luat de la alternator prin intermediul unui redresor. Reglajul tensiunii se poate face fie prin reactanţe saturabile, fie prin comanda grilelor.

3. Excitaţie prin redresoare cu semiconductoare

Sistemele de excitaţie după natura redresoarelor uscate se împart în două clase, după cum au sau nu electrozi de control. După modul de alimentare vom avea generatoare cu autoexcitare sau cu excitare separată.

La generatoarele autoexcitate alternatorul îşi furnizează sursa de excitaţie în sistem derivaţie prin intermediul transformatoarelor montate în derivaţie sau în sistem compound utilizînd transformatoare montate şi în derivaţie şi în serie.

La alimentarea separată, redresoarele pot avea ca sursă de curent fie un alternator montat în cap de arbore la grupul principal, fie o reţea auxiliară.

a) Reglajul la redresoarele fără electrod de control se face cu ajutorul unui autoreglaj

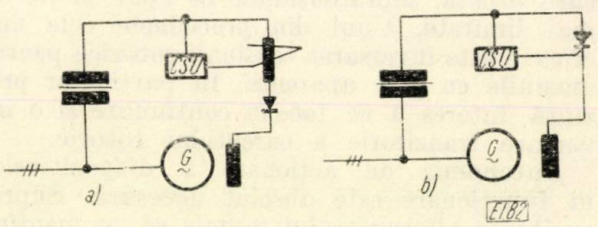


Fig. 2. Alternatoare autoexcitate folosind redresoare cu semiconductoare.

natural pentru excitaţia compound şi cu ajutorul reactanţelor saturate sau amplificatoarelor magnetice autosaturate în cazul excitaţiei derivaţie.

În figura 2 *a* şi *b* sînt redate două scheme de alternatoare autoexcitate avînd redresoare cu

semiconductoare. Excitația compound prin redresoare cu semiconductoare se adoptă pentru alternatoare pînă la 20 MVA.

În figura 3 este arătată o schemă principială a acestui mod de excitare. Pentru puteri pînă

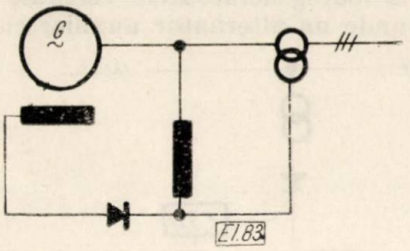


Fig. 3. Sistem de excitație compound folosind redresoare cu semiconductoare.

la 1,5 MVA se poate obține răspuns rapid, autonomie, stabilitate, robustețe, autoreglaj și simplicitate.

Dispozitivele de excitație compound folosite la alternatoare funcționînd pe sarcină izolată nu pot să fie aplicate direct la alternatoare cuplate pe o rețea „infinită" căci se ajunge la variații mari ale curentului debitat de alternatoare, ceea ce duce fie la dezexcitarea completă și decroșarea alternatorului, fie la o supraintensitate inacceptabilă. Acest sistem de excitare se poate utiliza unde nu se cere reglaj de tensiune, iar schimburile de putere reactivă sînt reduse.

b) Sistemele de excitație compound nu sînt de fapt regulatoare, ci dispozitive de compensare. Pentru a avea asigurat și reglajul se va putea folosi simple diode asociate cu amplificatoare magnetice permițînd astfel controlul tensiunii de excitație.

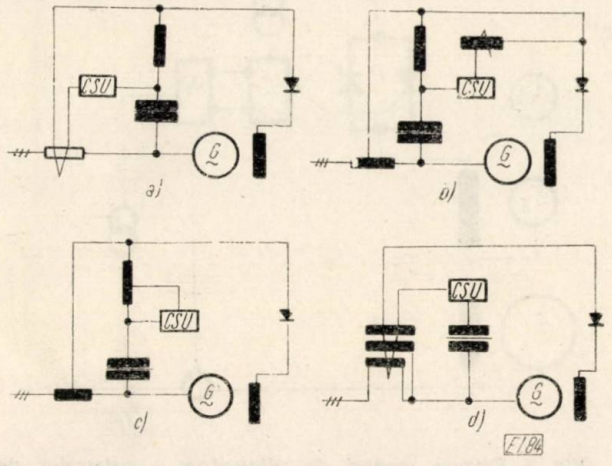


Fig. 4. Scheme de alternatoare compound autoexcitate.

În figura 4 sînt redate patru scheme de alternatoare compound autoexcitate. În aceste scheme elementul corector este format dintr-un circuit sensibil la tensiune și o înfășurare de control sau un reactor saturabil. Un asemenea sistem prezintă un înalt răspuns al tensiunii alternatorului în funcție de variația sarcinii, iar perioada variației tensiunii poate fi redusă la minimum și astfel stabilitatea rețelei va fi ameliorată. De asemenea vom avea randament bun, securitate mare, întreținere ușoară precum și posibilitatea unui reglaj automat al tensiunii.

c) Redresoarele cu electrod de control de tipul „pylistori" sînt formate dintr-un monocristal de siliciu de tip *N* format din trei straturi de oprire de tip PN — PN. Un electrod de comandă este legat de stratul *P* situat în vecinătatea catodei. O asemenea celulă-bloc redresează în ambele sensuri, iar injectarea unui curent de cîțiva miliamperi în electrodul de comandă o face conductoare în sensul anodă-catodă. În celălalt sens catodă-anodă celula nu este conductoare și poate suporta tensiuni de sute de volți. Ca și la redresoarele cu vapori de mercur se poate controla tensiunea continuă făcînd să varieze la fiecare alternanță faza impulsurilor de comandă. Industrial, s-au realizat asemenea celule pînă la 400 V și 150 A. Sistemele de control cu aceste redresoare au randament bun, permit un reglaj rapid, suplu și sigur.

În figura 5 este reprezentat schematic un alternator cu autoexcitație de tip cu redresor

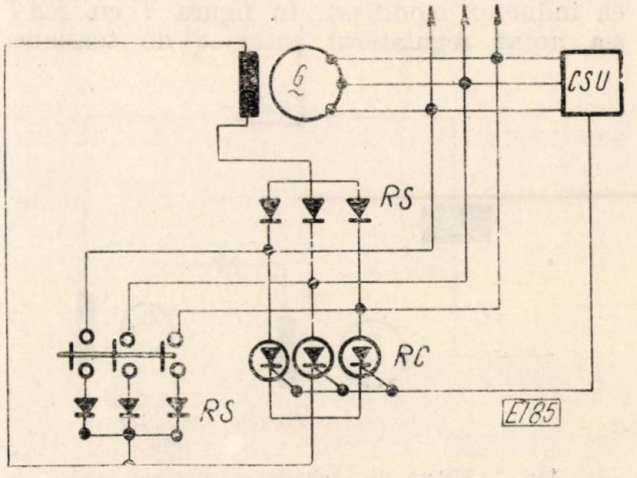


Fig. 5. Alternator autoexcitat de tip cu redresor comandat

comandat, unde s-a notat cu *CSU* un circuit sensibil la tensiune; cu *RS* redresoarele cu siliciu; cu *RC* redresoarele cu siliciu comandate și cu *A* alternatorul. Ca avantaj al acestui sistem se remarcă marea precizie a tensiunii controlate, iar ca dezavantaj pierderea fluxului său de excitație la scurtcircuite perfecte. Un asemenea sistem nu convine pentru unități de putere mare.

4. Excitația cu ajutorul unui alternator

Curentul de excitație al mașinilor sincrone poate fi obținut de la un alternator montat în cap de arbore prin intermediul unui

circuit cu redresoare comandate, de exemplu redresoare cu vapori de mercur sau cu siliciu (fig. 6). Ca avantaje se remarcă o putere mică pentru comanda grilelor, o caracteristică de demagnetizare superioară un control al tensiunii în gamă largă și o precizie înaltă.

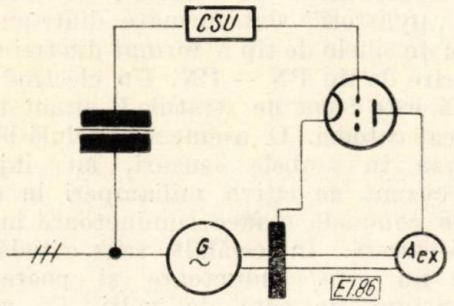


Fig. 6. Sistem de excitație cu ajutorul unui alternator auxiliar.

În cadrul aceluiași mod de excitație s-a trecut și la folosirea alternatoarelor fără perii, din care două tipuri sînt întrebuințate. Unul este prezentat în figura 7 la care excitatoarea de curent alternativ are un grup redresor montat pe partea rotitoare sau încorporat acestei părți; altul are un alternator de tip cu inductor modificat. În figura 7 cu *RAT* s-a notat regulatorul automat de tensiune.

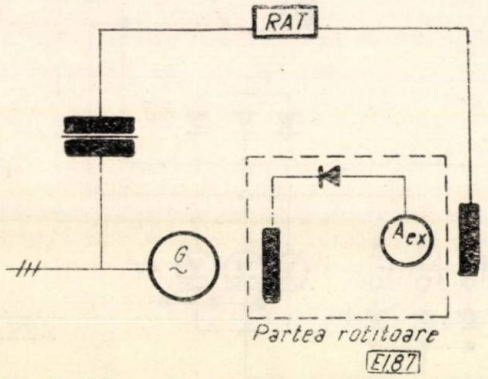


Fig. 7. Sistem de excitație cu ajutorul unui alternator fără perii.

Deocamdată prima soluție dă dificultăți pentru obținerea unui răspuns rapid și a doua este neeconomică din cauza mărimii întrefierului.

5. Alimentarea sistemelor de excitație

În acest paragraf se vor prezenta cîteva exemple [6] de alimentare a sistemelor de excitație. Dacă se dispune de o rețea auxiliară de putere, independentă de alternatorul principal, schema de principiu nu pune probleme particulare.

În figura 8 *a* se folosește rețeaua auxiliară a centralei.

În figura 8 *b* se utilizează un alternator auxiliar montat în cap de arbore la alternatorul principal și din considerente economice se adoptă un sistem compound.

În figura 8 *c* este reprezentat un sistem folosit la hidrogeneratoarele verticale de mare putere unde un alternator auxiliar cu magnet

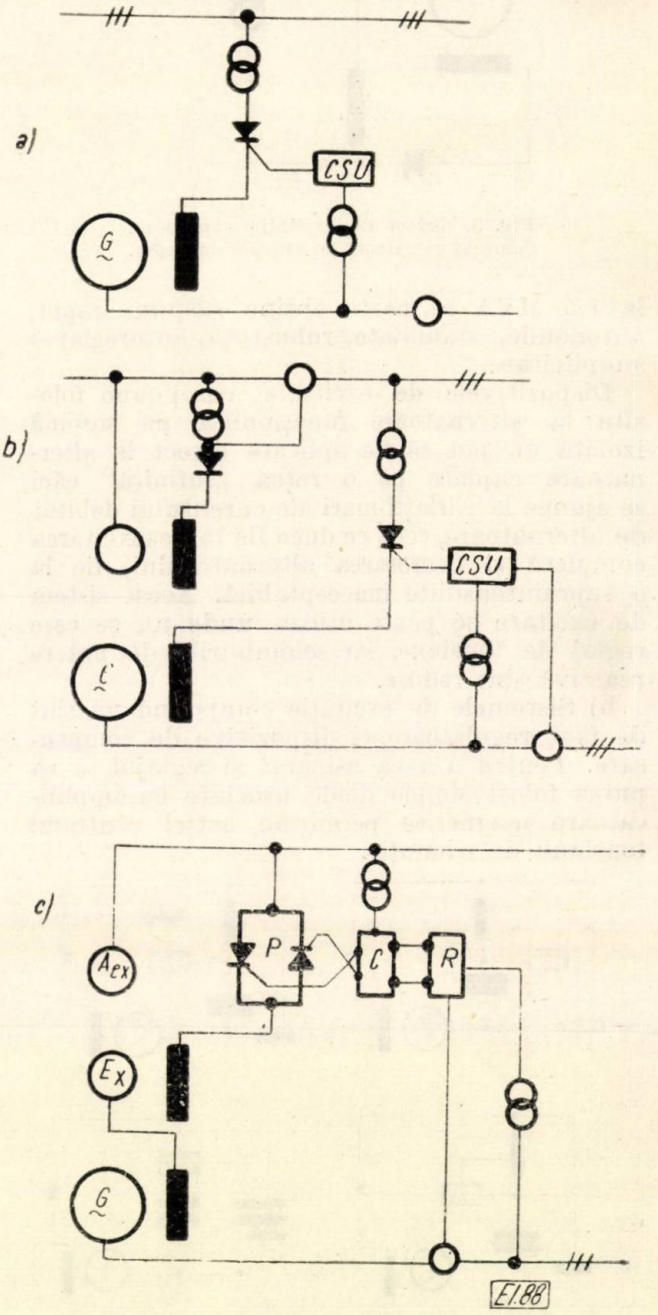


Fig. 8. Diverse moduri de alimentare a sistemelor de excitație.

permanent și de frecvență joasă alimentează înfășurarea inductoare a unei excitatoare principale, prin intermediul redresoarelor controlate, permițînd inversarea tensiunii și curentului excitatoarei principale. Ultimul sistem de excitare a fost aplicat la o mașină de 55 MVA

şi 200 rot/min. Puterea excitatoarei principale montată în cap de arbore este de 150 kW, iar redresoarele controlate pot furniza un impuls de o putere de 6 kW pe inductorul excitatoarei. Frecvenţa alternatorului auxiliar cu magneţi permanenţi este de 12 Hz.

Pentru sistemele autoexcitate s-au realizat mai multe scheme din care se vor prezenta cîteva.

În figura 9 *a*, redresoarele sînt alimentate de un transformator de putere montat în deri-

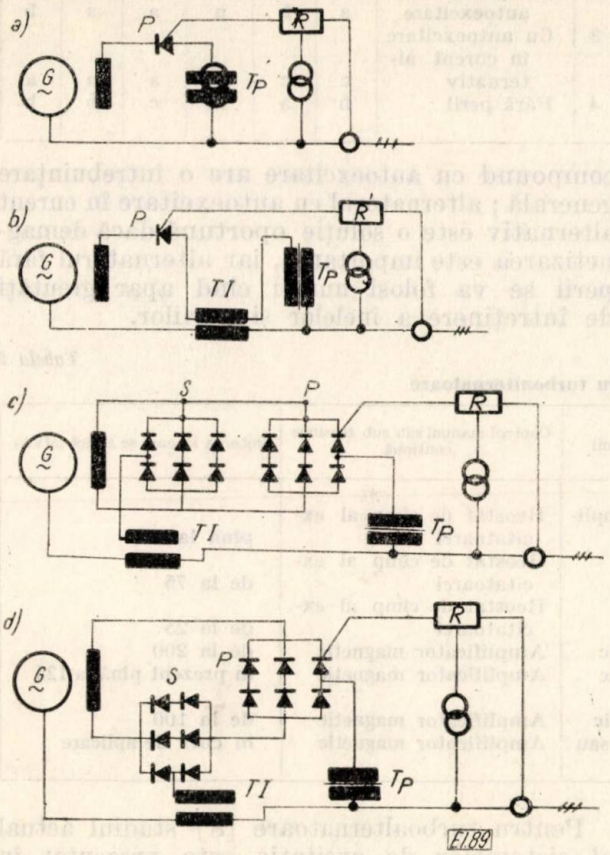


Fig. 9. Scheme de alimentare a sistemelor autoexcitate.

vaţie la barele alternatorului *A*. Redresoarele din schema de excitaţie sînt comandate de regulatorul *R* ce controlează tensiunea alternatorului principal şi care este influenţat de un transformator de intensitate care permite obţinerea unor caracteristici convenabile ale variaţiei tensiunii în funcţie de sarcină. Sistemul prezintă inconveniente în cazul menţinerii supraexcitării la scurtcircuite în apropierea bornelor alternatorului. Deoarece în timpul scurtcircuitului tensiunea de alimentare a redresoarelor este redusă va trebui pentru a avea o putere suficientă de excitaţie să se supradimensioneze atît redresoarele cît şi transformatorul de intensitate.

O schemă mai bună de autoexcitare este redată în figura 9 *b* la care creşterea tensiunii la bornele redresoarelor se obţine cu ajutorul transformatorului *TI* montat în serie cu transformatorul principal *TP*. Transformatorul de compoundaj va avea un curent magnetizant important pentru a suporta în cadrul gamei de reglaj dezechilibre mari între amperspirele primare şi secundare.

În figura 9 *c* şi *d* se realizează un compoundaj în paralel şi în serie. Redresoarele controlate *P* vor furniza o parte din puterea de excitaţie, iar restul va fi dată de diodele S. Ultima schemă prezintă un interes deosebit prin faptul că redresoarele controlate fiind parcurse de curentul total pot funcţiona în redresor sau ondulor deci, să adauge sau să scadă tensiunea lor la accea furnizată de sistemul compound. Schema permite astfel şi dezexcitarea rapidă prin funcţionarea în ondulor în cazul declanşării alternatorului de la reţea.

Se aşteaptă ca evoluţia sistemelor de excitaţie să fie influenţată prin aplicarea semiconductoarelor cu efect de cîmp — denumite tecnotroane [7] care sînt în prezent în curs de dezvoltare.

6. Reglarea tensiunii alternatoarelor excitate prin redresoare uscate

Alternatoarele cu autoexcitaţie compoundată şi cuplate la o reţea de tensiune constantă funcţionează la un factor de putere aproape constant şi nu participă la reglajul tensiunii reţelei, însă sînt capabile de a asigura o supraexcitare extrem de rapidă în caz de defect. O asemenea soluţie robustă, sigură şi simplă este folosită la grupuri de putere mijlocie, unde nu este necesară o contribuţie la reglajul tensiunii reţelei.

În metoda cea mai frecvent utilizată reglarea tensiunii se face acţionînd cu ajutorul reactanţelor saturabile asupra curentului alternativ din primarul punţii redresoarelor. Se combină uneori acest reglaj cu un regulator autocompoundat total sau parţial, de exemplu folosind o înfăşurare ce permite modificarea saturaţiei transformatorului serie. S-ar putea ca precizia obţinută să fie în detrimentul rapidităţii proprii de acţiune a compoundajului.

La excitatoarea de tip alternator este posibil de a acţiona asupra curentului său de excitaţie. La o perturbaţie pe reţea se pot induce forţe electromotoare mari în înfăşurarea inductoare a alternatorului, care pot influenţa comportarea redresoarelor. Aceste f. e. m. dacă se vor aduna la tensiunea de excitaţie vor provoca o supraintensitate, iar dacă se vor scădea se va ajunge la apariţia unei tensiuni inverse la bornele redresoarelor. Dacă puntea redresoarelor este alimentată în serie sau în paralel de la alternator orice variaţie bruscă este suportată de întreg ansamblul, însă redresoarele suportă greu supratensiuni şi supracurenţi.

Funcţionarea generatoarelor în afara sincronismului face să apară un curent alternativ la frecvenţa de alunecare care se induce peste curentul continuu al înfăşurării inductoare

şi îl poate anula în unele perioade. F. e. m. indusă în inductor se adună cu aceea a redresorului putînd da o tensiune inversă, ce creşte mult cu alunecarea. Dacă există înfăşurări de amortizare efectul este mult scăzut.

În funcţionarea unei maşini sincrone în regim dezechilibrat, ca de exemplu la întreruperea unei faze, un curent de frecvenţă dublă este indus în inductor de componenta inversă a curentului statoric şi se suprapune peste curentul de excitaţie existent. O funcţionare subexcitată poate duce la apariţia de supratensiuni inverse prin acelaşi mecanism ca şi în cazul precedent.

Scurtcircuitul la bornele unui alternator dă un curent tranzitoriu unidirecţional ce se adună la curentul continuu de excitaţie şi duce la apariţia supraintensităţilor pentru redresoare. La scurtcircuite mono - sau bifazate în regim subexcitat pot apărea şi supratensiuni inverse la bornele redresoarelor. Aceste supratensiuni se reduc de la 6—10 ori la 2—3 ori valoarea lor, dacă se conectează o rezistenţă în paralel cu sistemul inductor.

La punerile în paralel fără a satisface condiţia de sincronism se reduc mult supratensiunile de la bornele redresoarelor dacă se trimite curentul de excitaţie după un timp scurt de la cuplare.

Privită în ansamblu, comportarea faţă de defecte a sistemelor de excitaţie cu redresoare este mult superioară sistemelor clasice.

7. Stadiul actual în domeniul excitaţiei

Sistemele de excitaţie au o evoluţie din ce în ce mai rapidă şi în prezent se îndreaptă către trei căi. În prima se folosesc sisteme de compoundaj cu simple diode redresoare; în a doua, sisteme controlate cu redresoare cu vapori de mercur, pylistori sau tecnotroane, iar în a treia, alternatoare cu excitatoare în curent alternativ.

În tabela 1 se dau rezultatele obţinute în Japonia [5] în exploatarea sistemelor moderne de excitaţie, pentru puteri ale alternatoarelor pînă la 65 MVA.

În tabela 1 cu a, b, c s-a precizat ordinea preferinţei. Alternatorul cu autoexcitare are nevoie de o protecţie la scurtcircuite; alternatorul compound cu autoexcitare are o întrebuinţare generală; alternatorul cu autoexcitare în curent alternativ este o soluţie oportună dacă demagnetizarea este importantă, iar alternatorul fără perii se va folosi numai cînd apar greutăţi de întreţinere a inelelor şi periilor.

Tabela 1

Sisteme moderne de excitaţie folosite în Japonia

Nr. crt.	Tip alternator	Simplicitate	Întreţinere	Securitate	Răspuns	Stabilitate	Demagnetizare
1	Cu autoexcitare	c	c	b	a	c	b, a
2	Compound cu autoexcitare	a	b	a	a	a	b
3	Cu autoexcitare în curent alternativ	c	c	b	a	a	a
4	Fără perii	b	a	b	c	b	b

Tabela 2

Sisteme de excitaţie pentru turboalternatoare

Tip de excitaţie	Control automat al tensiunii	Control manual sau sub tensiune continuă	Puterea la care se apilcă (MVA)
Comutatrice cu antrenare directă, cu cîmp simplu	Control reostatic şi amplidină	Reostat de cîmp al excitatoarei	pînă la 100
Comutatrice cu angrenaje cu cîmp simplu sau în punte	Amplidină	Reostat de cîmp al excitatoarei	de la 75
Comutatrice cu motor, cu cîmp simplu sau în punte	Amplidină	Reostat de cîmp al excitatoarei	de la 25
Redresor cu vapori de mercur	Amplificator magnetic	Amplificator magnetic	de la 200
Redresor cu siliciu cu transformatoare de tensiune şi curent	Amplificator magnetic	Amplificator magnetic	în prezent pînă la 125
Amplidină	Amplificator magnetic	Amplificator magnetic	de la 100
Redresor rotativ cu diode cu siliciu	Amplificator rotativ sau magnetic	Amplificator magnetic	în curs de aplicare

Pentru turboalternatoare [8] stadiul actual al sistemelor de excitaţie este prezentat în tabela 2.

Bibliografie

[1] *Corlăteanu, V.* Tendinţe noi în proiectarea şi construcţia maşinilor sincrone de putere mare. Electrotehnica, *11* (1963) 2, p. 41—49

[2] *Piotrovschi, L. M.* Maşini electrice (traducere din limba rusă). Editura Energetică de Stat, Bucureşti 1953, p. 530—536.

[3] *Kostenko, M. P.* Elektriceskie maşini (Speţialinaia Ciasti), G.E.I., Moscova, Leningrad, 1949, p. 232.

[4] *Dispaux, J.* Excitation des turboalternateurs de grande puissance au moyen de redresseurs tournants. CIGRÉ 1962, rap. 117.

[5] *Ito, R., Kuwahara S., Murayama I.* Alternateurs à excitation statique, au Japon. CIGRÉ, 1962, rap. 134.

[6] *Barral, A., Boulet, R., Carpentier, L.* Progrès récents et possibilités nouvelles de l'excitation et de la régulation des grandes machines synchrones. CIGRÉ, 1962.

[7] *Teszner, M. S.* Nouvelle étape de développement des dispositifs à semiconducteurs. Bull. Soc. franç. Electr. t. *VIII*, 1958, Octobre, p. 683—700.

[8] *Mc Clure, J. B., Temoshok, M.* Comportement des grands turboalternateurs dans un réseau moderne d'énergie. CIGRÉ, 1962, rap. 108.

Intrat în redacţie la 6.10.1962

Mașini electrice cu crestături complet închise

Victor Bunea — București*

În unele cazuri devine interesant motorul asincron cu crestături complect închise. În lucrare se arată particularitățile unui astfel de motor și felul cum trebuie calculat. Diagrama de funcționare a unui astfel de motor nu mai este un cerc, ci are forma unui ou. Sînt date formulele de calcul precum și un exemplu de calcul pentru un motor de 4 kW, 3 000 rot/min cu crestături complet închise, pentru o pompă submersibilă.

CZ 621.313.333.042.3

Mașinile electrice sînt construite aproape în totalitate cu crestături deschise sau semiînchise. Marea majoritate a mașinilor mai mici ca 50 kW au crestături semiînchise, iar marea majoritate a mașinilor mai mari de 500 kW au crestături deschise. Mașinile de putere mijlocie cuprinse între 50 și 500 kW au crestăturile fie semiînchise, fie deschise. Mașini electrice cu crestături complet închise sînt foarte rare. Totuși, la mașini asincrone mici cu rotorul în colivie de veveriță se întîlnște crestătura de tipul reprezentat în figura 1. În această figură h este obișnuit 0,3 — 0,6 mm. Închiderea crestăturii la asemenea motoare mici se practică pentru motivul că operația de matrițare este mai simplă și pentru motivul că în felul acesta pierderile suplimentare sînt mai reduse.

Deschiderea crestăturii se impune pentru motivul că ușurează considerabil operația de bobinare și pentru că micșorează reactanțele mașinii, care în cele mai multe cazuri trebuie menținute la valori reduse. În plus, crestătura deschisă sau semideschisă prezintă o permanență magnetică de scăpări, constantă și destul de ușor de calculat, depinzînd exclusiv de geometria crestăturii, independentă de calitățile de material, și asigură în acest fel o producție cu performanțe constante. Toate aceste motive importante au făcut ca mașina cu crestături închise să fie evitată pe cît posibil.

Sînt cazuri cînd totuși mașina cu crestătură închisă prezintă unele avantaje, care o impune ca să fie folosită.

Astfel de pildă motoarele asincrone pentru pombe submersibile, care lucrează umplute cu apă și cufundate complet în apă, au în genere atît crestăturile statorice cît și cele rotorice complet închise. În felul acesta frecarea cu lichidul (apa) din spațiul întrefierului este sensibil redusă. Experiența a arătat că acest avantaj este mai important decît avantajele care ar rezulta prin folosirea crestăturii deschise.

La motoarele asincrone în dublă colivie cu doi poli, unde jugul rotor are o înălțime mică, devine interesantă închiderea coliviei inferioare (fig. 2). Într-adevăr, se știe că la asemenea motoare avem interes ca la pornire să mărim cît mai mult reactanța coliviei inferioare. Cel mai bine s-ar face aceasta prin

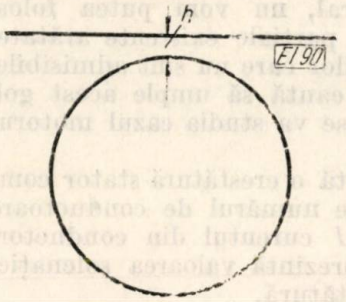


Fig. 1. Crestătură închisă la rotorul unui motor mic în colivie de veveriță.

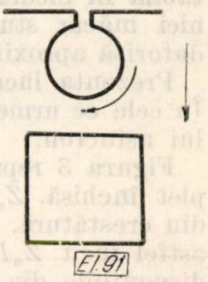


Fig. 2. Colivie dublă cu crestătura inferioară complet închisă.

închiderea acestei colivii. Acest lucru se arată în [1, pag. 247], menționîndu-se că în acest caz inductivitățile de scăpări sînt calculabile foarte aproximativ. Aceasta este de altfel și motivul pentru care se evită și în aceste cazuri asemenea crestături. La mașinile mari cu doi poli însă, folosirea unor asemenea crestături devine deosebit de avantajoasă, ceea ce a făcut pe unii constructori să utilizeze asemenea crestături.

Literatura tehnică de pînă acum nu tratează problema mașinilor electrice cu crestături închise. Unele studii cu caracter parțial au fost întreprinse de Kocourek [2], unde se examinează valoarea reactanței de scăpări a unei crestături închise rotunde (fig. 1). Dar chiar aceste studii incomplete nu pot fi considerate satisfăcătoare decît în cazurile unor mașini mici și neimportante, unde aproximațiile făcute în lucrarea citată nu joacă un rol prea mare. Astfel de pildă Kocourek nu arată care este influența calității de material asupra valorii acestor reactanțe, influență care, așa cum se va vedea în prezenta lucrare, este importantă. În [2] se dă o abacă pentru valoarea permanenței de scăpări a istmului, ținînd cont în mod aproximativ și de fluxurile de scăpări paralele care descarcă dintele și istmul. Felul în care este tratată problema în [2] nu poate fi satisfăcător, deoarece se ia în considerație ca

* V. *Bunea* este inginer la Uzina de mașini electrice-București.

flux paralel și cel situat în crestătură la capătul spre istm. Or, acest flux este, precum se știe, înlănțuit în general numai cu o parte din t. m. m. a crestăturii, iar calculul lui se face independent, așa cum se cunoaște.

Din lipsa altor studii, lucrarea [2] se găsește reprodusă în mod analog în manualele cunoscute ale autorilor Richter [1, pag. 160] și Sergheev [4, pag. 123], cu diferența că Richter precizează că abaca este valabilă pentru calitatea de material specificată în manualul său.

Cazul mașinii electrice cu crestături, de formă oarecare, complet închise atît la stator cît și la rotor nu se găsește de loc tratat în literatură, iar pentru o mașină de o importanță ceva mai mare, cum ar fi de exemplu motorul submersibil pentru alimentarea cu apă potabilă în mediul rural, nu vom putea folosi nici măcar studiile parțiale existente arătate, datorită aproximațiilor care nu sînt admisibile.

Prezenta lucrare caută să umple acest gol. În cele ce urmează se va studia cazul motorului asincron.

Figura 3 reprezintă o crestătură-stator complet închisă. Z_n este numărul de conductoare din crestătură, iar I curentul din conductor, astfel încît $Z_n I$ reprezintă valoarea solenației disponibile din crestătură.

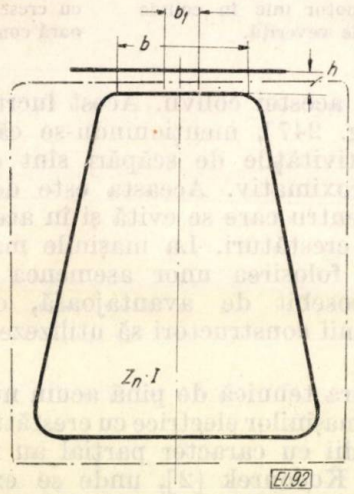


Fig. 3. Crestătură-stator complet închisă.

Caracteristicile unui motor asincron cu crestăturile închise, în special cea a statorului, este diferită de cea a motorului obișnuit. Diferența se manifestă atît la funcționarea în gol cît și la funcționarea în sarcină, respectiv la scurtcircuit.

La mersul în gol, o parte din fluxul produs de stator este deviat prin istmul crestăturii stator, astfel încît întrefierul este descărcat. Acest lucru duce la micșorarea curentului de mers în gol față de un motor obișnuit. Pe măsură ce sarcina crește, istmul se saturează astfel încît acesta derivează mai puțin flux, întrefierul se încarcă, iar curentul magnetizant crește, adică exact invers de cum se întîmplă la un motor obișnuit. Reactanțele de scăpări sînt variabile cu sarcina, și anume cu atît mai mici cu cît sarcina este mai mare. În istmul de fier apar pierderi suplimentare datorită fluxului care trece pe acolo ș. a. m. d.

Diferența dintre un motor obișnuit și unul cu crestătură închisă constă în faptul că la acesta reactanțele variază cu sarcina, și anume numai acea parte din reactanță care depinde de istm. Este evident că mașina își menține caracterul de mașină asincronă, astfel încît ecuațiile de bază [3] sînt valabile, însă cu mențiunea că reactanțele de scăpări nu mai sînt constante așa cum se consideră la o mașină asincronă obișnuită, ci depind de curenți.

Fenomenul de descărcare al întrefierului la mersul în gol și chiar la sarcină nu este un fenomen particular acestor tipuri de mașini. Fenomenul se petrece în mod identic la orice mașină asincronă. Dacă se notează cu x_1 reactanța de scăpări a statorului, se știe că fluxul este proporțional cu tensiunea electromotoare a mașinii

$$U = E - x_1 \cdot I_\mu \qquad (1)$$

unde I_μ este curentul magnetizant. Or, din această relație reiese că o parte din fluxul produs de bobinajul primar alimentat cu o tensiune constantă U se derivează în fluxul de scăpări al cărui echivalent în relația (1) este x_1. Același lucru se petrece și la motorul nostru cu crestătura-stator închisă, cu diferența că la gol sau la sarcină mică x_1 este mare și fluxul util scade mult mai mult decît la o mașină obișnuită, în timp ce la sarcină mare această scădere este mai mică, apropiindu-se de situația unui motor obișnuit. Se vede că hotărîtor pentru calculul unei mașini asincrone cu crestăturile stator și rotor închise este cunoașterea în orice moment a reactanțelor de scăpări stator și rotor.

Fiecare dintre aceste reactanțe se compune dintr-o parte constantă, datorită scăpărilor de flux care își au drumul prin aer (crestătură, capete de bobină, întrefier, reactanța diferențială) și o parte variabilă, respectiv cea datorită fluxului de scăpări care trece prin istm. Despre reactanțele constante nu este nimic de adăugat față de cele ce se găsesc în literatură. Vom deduce mai jos relațiile care ne vor da permanența de scăpări (pe centimetru de lungime de mașină) corespunzătoare istmului, notată cu λ_i.

De la început se observă că trebuie călcată cea mai elementară regulă în calculul unei permanențe de scăpări, și anume regula care neglijează drumul fluxului de scăpări prin fier, adică regula care consideră permeabilitatea fierului infinită. Această regulă, dacă ar fi valabilă, în cazul nostru motorul asincron nu ar mai funcționa, fluxul nemai trecînd prin întrefier și rotorul nemai primind nici o energie.

În cele ce urmează vom aplica această regulă pentru fluxurile de scăpări despre care s-a mai amintit mai sus că își au drumul principal prin aer. Pentru fluxul de scăpări care trece prin istm vom aplica o regulă nouă, și anume:

Se neglijează acea porțiune din drumul fluxului prin fier a cărei contribuție la valoarea permanenței λ_i este mai mică decît o valoare dinainte stabilită și a cărei mărime depinde de pretențiile asupra exactității calculului. Se poate admite simplificarea acestei reguli prin neglijarea porțiunii drumului fluxului prin fier, începînd din locul în care cîmpul reprezintă, de exemplu, 1% din valoarea cîmpului maxim, care are loc acolo unde istmul este cel mai puțin înalt.

Kocourek [2] neglijează porțiunea drumului începînd din locul unde inducția este mai mică decît 17 000 G. Cîteva exemple de calcul vor arăta ușor că o simplificare atît de mare poate da erori neadmise, în special acolo unde istmul are o înălțime mai mare, așa cum normal se întîmplă la motoarele submersibile.

Motorul fiind cu crestături închise se va considera factorul Karter 1. O reconsiderare a acestei ipoteze, față de cele dezvoltate mai jos, nu prezintă nici o greutate, cu excepția complicațiilor de calcul. De altfel, exemplele de calcul verificate pozitiv de rezultatele experimentale la platforma de încercare confirmă ca valabile ipotezele făcute.

Pentru a se putea studia într-un mod cît mai clar fenomenele care se pretrec atît în istmul de scăpări, cît și în vecinătatea acestuia, se va porni de la inducția B_i din istmul din tola de grosime β și înălțime h (fig. 3), luată deocamdată ca parametru independent. Valoarea lui B_i este în mod obișnuit mare astfel încît în vecinătatea acestui istm apar fluxuri paralele, care nu pot fi neglijate. În ipoteza că în vecinătate nu există surse de curent, toate aceste fluxuri paralele vor fi înlănțuite exclusiv cu solenația crestăturii $Z_n I$.

Tuburile de forță paralele sînt: *a*) cele care trec prin izolația dintre tolele alăturate istmului; *b*) cele care trec prin aer la capetele mașinii; *c*) cele care trec în spațiul de aer din canalele de ventilație, dacă rotorul mașinii respective are astfel de canale; d) cele care trec sub istm și *e*) cele care trec deasupra istmului.

Dintre aceste fluxuri vecine, cele care se află dedesubtul istmului în crestătură se determină din relații cunoscute ca flux de scăpări din crestătură.

Determinarea celorlalte fluxuri poate fi de asemenea ușor făcută din relații cunoscute, dacă se echivalează istmul cu un spațiu de aer, adică se deschide crestătura pe aceeași înălțime h însă pe o lățime b_i potrivită, astfel încît echivalarea să fie valabilă. Permanența pe tola de grosime β a acestui istm a devenit după deschidere cu notațiile din figura 3:

$$\frac{h \cdot \beta}{b_i}. \tag{2}$$

Condiția de echivalare este ca atît prin istmul de fier cît și prin cel de aer, care îl înlocuiește, să treacă același flux. Dacă I este exprimat în amperi, acest lucru duce la relația:

$$B_i \cdot \beta \cdot h = \sqrt{2} \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot Z_n I \cdot \frac{h \cdot \beta}{b_i} \tag{3}$$

sau:

$$b_i = \frac{\sqrt{2} \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot Z_n \cdot I}{B_i}. \tag{4}$$

Dacă prin urmare se presupune că s-a reușit să se deschidă în mod echivalent crestătura, permanența specifică pe centimetru de lungime de mașină a acestei deschideri este:

$$\lambda_i = \frac{h}{b_i} = \frac{h B_i}{\sqrt{2} \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot Z_n \cdot I}, \tag{5}$$

iar calculul mașinii se face foarte simplu, așa cum se cunoaște din literatură, de exemplu după [3]. În acest caz se ține seamă implicit de toate fluxurile paralele de care s-a vorbit mai sus. Intr-adevăr de fluxul dintre tole, de cel de la capetele mașinii, precum și de cel din canalele de ventilație se ține seamă prin aceea că pentru permanența totală a deschiderii b_i se va lua:

$$\Delta_i = \lambda_i l_n \tag{5a}$$

unde l_n nu este lungimea fierului activ, ci o lungime care ține seamă de toate fluxurile de mai sus [3, pag. 45].

Fluxul de scăpări care trece deasupra istmului este cunoscutul flux de la dinte la dinte, a cărui determinare este cunoscută și este dată în literatură în funcție de deschiderea b_i a crestăturii. La mașinile asincrone normale acest flux se neglijează adesea, fiind mic. În cazul de față acest lucru nu va putea fi făcut, deoarece valoarea lui poate fi mare.

Dacă se duce un contur de integrare ca în figura 3 și se socotește că numai în istmul de fier de lungime b există inducții care trebuie luate în considerare în sensul celor arătate mai înainte, restul drumului putînd fi neglijat, se obține:

$$F = H_i \cdot b = \sqrt{2} \cdot Z_n \cdot I. \tag{6}$$

Din (4) și (6) se deduce:

$$b_i = 0{,}4 \cdot \pi \cdot b \frac{H_i}{B_i} \tag{7}$$

și făcînd uz de permeabilitatea μ:

$$\mu = \frac{1}{0{,}4 \cdot \pi} \frac{B_i}{H_i} \tag{8}$$

se deduce relația :

$$b_i = \frac{b}{\mu} \qquad (9)$$

a cărei simplicitate este remarcabilă și a cărei deducere se putea face eventual în mod direct.

În aceste relații inducțiile sînt luate în gauși și intensitățile de cîmp magnetic, în As/cm.

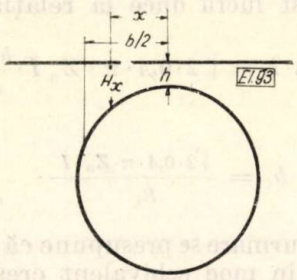


Fig. 4. Pentru calculul t.m.m. la crestătura rotundă sau semirotundă.

Relațiile (6) ÷ (9) rezolvă complet problema permanenței specifice λ_i și a deschiderii echivalente b_i, corespunzătoare istmului, dacă se cunoaște caracteristica de magnetizare a materialului, conform relației (8), precum și valoarea curentului I din crestătură.

În cazul cînd există o crestătură care are spre întrefier o formă rotundă sau semirotundă, ca în figura 1, problema este ceva mai complicată, dar și în acest caz se poate defini o permanență specifică λ_i a istmului după relația (5) și o deschidere echivalentă b_i după relația (4), unde însă B_i este inducția în punctul de vîrf, avînd înălțimea h. În acest caz relația (6) se transformă, în legătură și cu figura 4, în :

$$F = 2 \cdot \int_0^{b/2} H_x \cdot \mathrm{d}x = \sqrt{2} \cdot Z_n \cdot I. \qquad (10)$$

În această relație $b/2$ este abscisa secțiunii unde inducția în fier este atît de mică încît valoarea cîmpului H_x din acest loc reprezintă mai puțin de 1% din H_i valoarea cîmpului la mijloc. Conform celor convenite, se neglijează drumul mai departe al liniei de integrare.

Integrala din membrul I al ecuației (10) se poate calcula cunoscînd inducția B_i maximă (fig. 4) și caracteristica de magnetizare a materialului.

În abaca din figura 5 sînt date cîteva curbe de magnetizare pentru cazul unui istm mărginit de o crestătură rotundă avînd un diametru $d = 1$ cm în funcție de inducția maximă B_i la mijloc, pentru tole magnetice de 0,5 mm grosime avînd curba de magnetizare arătată în aceeași abacă prin curba notată $H = f(B)$. Folosirea abacei este simplă și analogă folosirii unei curbe de magnetizare obișnuite. La inducția maximă B_i cunoscută, și pentru o crestătură avînd o geometrie $\frac{h}{d}$ cunoscută, se găsește pe curba $\frac{h}{d}$ respectivă valoarea $\frac{F}{d}$ care multiplicată cu diametrul d (în cm) ne dă F, t.m.m., necesară magnetizării istmului.

Pe baza elementelor de mai sus se poate aborda problema calculului unei mașini asincrone, avînd atît crestătura-stator cît și cea rotor complet închise. Ne vom limita în prezenta lucrare la cazul motorului în simplă colivie de veveriță. Cazul unui motor asincron în dublă colivie cu crestătura inferioară (de mers) închisă nu se va deosebi principial de cele arătate în lucrare și va forma obiectul unei lucrări viitoare.

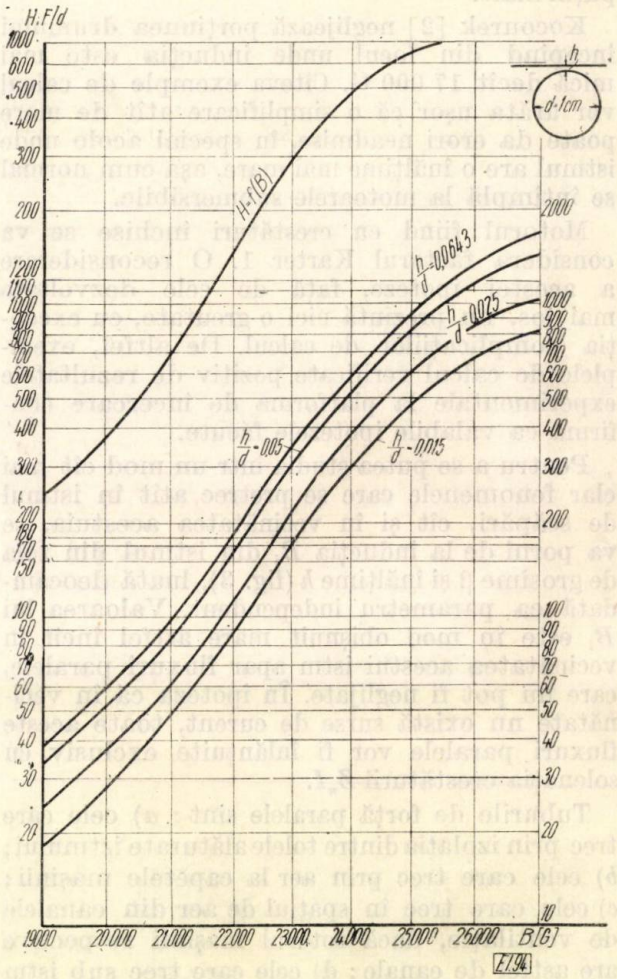


Fig. 5. Curbe de magnetizare specifică pe centimetru de lungime de mașină pentru crestătura închisă rotundă în funcție de inducția B_i în istm, pentru materialul avînd caracteristica de magnetizare notată $H = f(B)$ și pentru $d = 1$ cm.

Cazul unui motor asincron, avînd numai una din crestăturile stator sau rotor închise, este mai simplu și se va putea încadra ușor la cazul analizat în prezentul studiu.

Calculul motorului asincron cu crestătura-stator și cea rotor complet închise este sensibil mai dificil de efectuat decît al motorului normal.

O primă greutate, și nu cea mai mare, este faptul că diagrama de funcționare nu mai este un cerc, ci un ou (fig. 6), a cărei ecuație nu poate fi determinată analitic, pentru simplul motiv că pînă astăzi nici curba de magnetizare nu a putut fi reprezentată analitic. Din această cauză este necesar cîte un calcul pentru fiecare punct al curbei, spre deosebire de motorul obișnuit a cărui diagramă de funcționare, fiind un cerc, rezultă din cunoașterea a numai 3 puncte. Dar pe lîngă aceasta, pentru determinarea unui punct de funcționare este nevoie de cunoașterea curenților stator și rotor, adică tocmai de ceea ce trebuie să aflăm. Această necesitate impune folosirea unei metode de aproximații succesive, pentru aflarea fiecărui punct al caracteristicii de funcționare.

Se va descrie metoda cea mai convenabilă pentru calculul motorului asincron cu crestături închise, care se bazează pe principiul totdeauna valabil „construiește și apoi verifică". Determinarea dimensiunilor principale ale motorului se efectuează ca pentru un motor obișnuit, cu crestătură deschisă, prin admiterea anticipată a unei deschideri apreciate. Acest calcul preliminar determină geometria completă a mașinii, inclusiv datele de bobinaj și datele caracteristice ale motorului închis, curenții din stator și rotor, coeficienții de raportare etc. Factorul Karter se socotește egal cu 1, așa cum s-a menționat, iar pierderile suplimentare de pulsație și de suprafață se admit constante în cadrul trasării diagramelor de funcționare, ele avînd o influență neglijabilă

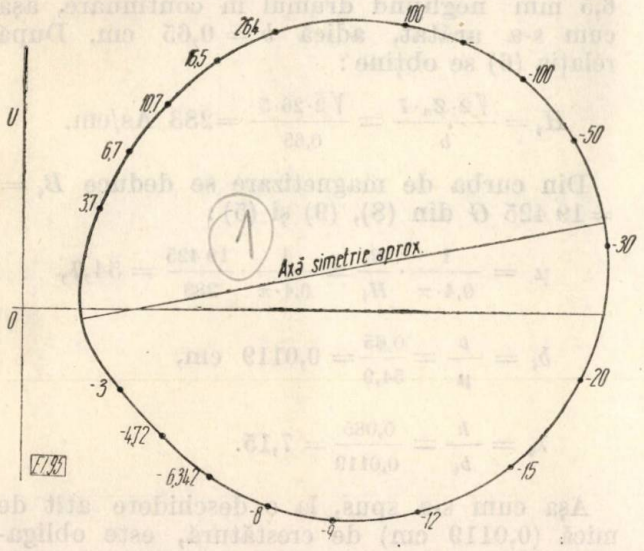


Fig. 6. Diagrama de funcționare a motorului cu crestături închise de 4 kW — 3 000 rot/min. În dreptul punctelor diagramei sînt indicate valorile alunecării.

asupra parametrilor importanți ai motorului, care apar în diagramă.

Elementele de mai sus fiind fixate, se trasează două curbe (fig.7), care reprezintă reactanțele de scăpări x_1 și x_2, respectiv corespunzătoare bobinajului inductor și indus în funcție de curenții I_1, respectiv I_2, cunoscînd caracteristica materialului. În cazul motorului cu rotorul

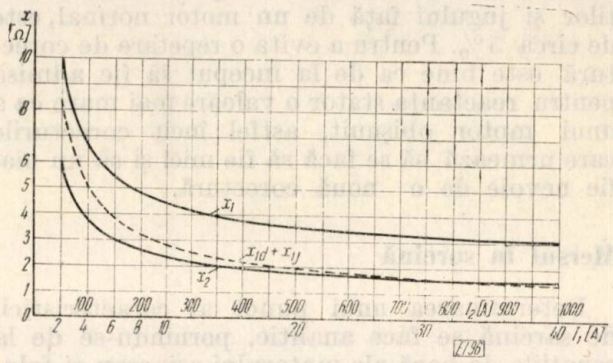


Fig. 7. Curbele $x_1 = f(I_1)$ și $x_2 = f(I_2)$ pentru motorul de 4 kW — 3 000 rot/min cu crestăturile închise.

în colivie, I_2 este curentul din bară. Calculul acestor reactanțe se face pe baza celor expuse mai sus. Reactanța istmului se face folosind relațiile (4) — (10).

Mersul în gol

Caracteristica de mers în gol se compune din caracteristica tensiunii electromotoare $I_\mu = f(E)$ și din caracteristica tensiunii la borne $I_\mu = \psi(U)$, care se deduce din prima, folosind relația 1.

Caracteristica tensiunii electromotoare se determină în modul cunoscut, pornindu-se de la inducția în întrefier. Față de calculul unui motor obișnuit, în cazul de față se cere o atenție mai mare la corectura care se face, cînd se ține seamă de sporul care încarcă dintele și jugul stator, datorită scăpărilor în crestătură, respectiv în istm și de la dinte la dinte. Pentru ușurința calculului este recomandabil ca în curbele reactanței x_1 (fig. 7) să apară explicit reactanța care afectează jugul și care este $x_{1d} + x_{1j}$ unde x_{1d} este reactanța care afectează dintele, iar x_{1j} este reactanța suplimentară constantă, provenită de la o parte din fluxul de scăpări al crestăturii, și care afectează numai jugul. Descărcarea dintelui și jugului rotor, datorită fluxului prin crestătura rotor, respectiv istmul rotor, se poate în general neglija.

În ceea ce privește corectura care trebuie făcută la stator este de observat că aceasta trebuie făcută în două aproximații. În cele mai multe cazuri se poate face o singură corectură, deoarece, așa cum se vede în figura 7, această corectură este importantă numai la curenți mici, cînd saturația este mai mică, deci cînd contribuția întrefierului este esențială. O mărire chiar apreciabilă a t.m.m.a dinților și jugului nu se va putea face simțită, iar la curenți mai mari, de exemplu la tensiunea nominală, saturația va avea ca rezultat faptul că sporul de flux care

va afecta în plus dintele și jugul este mai puțin important, apropiindu-se de cazul unei mașini normale. Astfel la exemplul de calcul din prezenta lucrare sporul t.m.m. la sarcină nominală, datorită încărcării suplimentare a dinților și jugului față de un motor normal, este de circa 5%. Pentru a evita o repetare de corectură este bine ca de la început să fie admisă pentru reactanța stator o valoare mai mare ca a unui motor obișnuit, astfel încît corecturile care urmează să se facă să fie mici și să nu mai fie nevoie de o nouă corectură.

Mersul în sarcină

Determinarea unui punct al caracteristicii de sarcină se face analitic, pornindu-se de la ecuațiile de bază ale motorului asincron și folosindu-se formulele din literatură [3, pag. 151], care dau I_1, I_2, decalajul φ_1, momentul M_1 și alunecarea σ. Pierderile în fier pot fi considerate constante, așa cum se obișnuiește, deoarece pierderile în istm, care deosebesc acest motor de unul obișnuit, sînt foarte mici, în cazul exemplului de calcul 5 W. Se folosește metoda aproximațiilor succesive, luîndu-se ca parametru variabil curentul I_1 din inductor, I_2 urmînd a fi aproximat. Curbele (fig. 7) dau imediat pe x_1 și x_2, iar curba de gol (fig. 8) t.e.m., curentul de gol și deci reactanța principală $= x_\mu = \frac{E}{I_\mu}$ [3].

În continuare se deduce : $\tau_1 = \frac{x_1}{x_\mu}$; $\tau_2 = \frac{x_2}{x_\mu}$. Cu aceste elemente se determină [3, pag. 151] : σ și I_2. Dacă I_2 nu coincide cu valoarea anticipată, se reia calculul cu noua valoare a lui I_2.

Calculul este foarte convergent, o singură aproximație fiind suficientă, mai ales dacă se cîștigă oarecare experiență și se reușește o aproximație bună a lui I_2 în limitele $\pm$ 10%.

Exemplu de calcul

Motor asincron 4 kW, 3 000 rot/min, tip MS—2, pentru pompă submersibilă. În figurile 8, *a* și 8, *b* sînt reprezentate crestătura-stator și respectiv, rotor. Celelalte date ale motorului sînt : diametrul exterior 170 mm, înălțimea jugului stator 16,5 mm, diametrul interior stator 85,3 mm, întrefierul 0,85 mm, lungimea pachetului de tole 200 mm, 24 crestături-stator, fiecare cu 26 conductoare în crestătură și 22 crestături-rotor, în colivie. Alimentarea motorului se face permanent printr-un cablu submersibil de 80 m lungime, astfel încît rezistența pe fază a statorului este 2,85 ohmi, rezistența rotor raportată la stator 0,75 ohmi ; pierderile în fier 172 W, permanența stator datorită scăpărilor diferențiale, și cele de la capetele bobinelor $\Delta_d + \Delta_s = 19{,}1$ cm, permanența specifică, datorită crestăturii stator $\lambda_n = 1{,}75$ cm, permanența rotor, datorită scăpărilor diferențiale și de la capetele barelor 31,8 cm, permanența specifică datorită crestăturii rotor $\lambda_n = 0{,}66$ cm. Mersul calculului după [3].

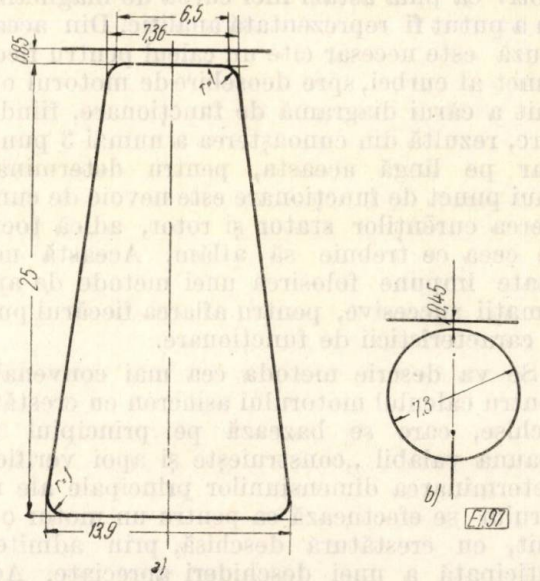


Fig. 8. *a* — crestătura — stator la motorul de 4 kW — 3 000 rot/min ; *b* — crestătura — rotor la motorul de 4 kW — 3 000 rot/min.

Curba de magnetizare a materialului este curba $H = f(B)$ din fig. 5.

a) Determinarea caracteristicii $x_1 = f(I_1)$ (fig. 7) de exemplu pentru : $I_1 = 5$ *A*.

Examinînd figura 8, *a* se constată că putem lua în mod simplificat pentru lățimea istmului 6,5 mm neglijînd drumul în continuare, așa cum s-a arătat, adică $b = 0{,}65$ cm. După relația (6) se obține :

$$H_i = \frac{\sqrt{2} \cdot Z_n \cdot I}{b} = \frac{\sqrt{2} \cdot 26 \cdot 5}{0{,}65} = 283 \text{ As/cm.} \quad (1)$$

Din curba de magnetizare se deduce $B_i = 19\,425\ G$ din (8), (9) și (5) :

$$\mu = \frac{1}{0{,}4 \cdot \pi} \cdot \frac{B_i}{H_i} = \frac{1}{0{,}4 \cdot \pi} \cdot \frac{19\,425}{283} = 54{,}7, \quad (2)$$

$$b_i = \frac{b}{\mu} = \frac{0{,}65}{54{,}9} = 0{,}0119 \text{ cm},$$

$$\lambda_i = \frac{h}{b_i} = \frac{0{,}085}{0{,}0119} = 7{,}15.$$

Așa cum s-a spus, la o deschidere atît de mică (0,0119 cm) de crestătură, este obligatoriu să se țină seamă și de permanența λ_k de la dinte la dinte pe care o vom determina după [3, pag. 56] cu notațiile de acolo :

$$\lambda_k = \frac{5 \frac{\delta}{s_n}}{5 + 4 \frac{\delta}{s_n}} \quad (3)$$

și care în cazul de față devine (δ = întrefierul și $s_n = b_i = 0{,}0119$ cm):

$$\lambda_k = \frac{5\,\frac{0{,}085}{0{,}119}}{5 + 4\,\frac{0{,}085}{0{,}0119}} = 1{,}065. \quad (4)$$

Permanența specifică a fluxului, care încarcă dintele, este:

$$\sum\lambda = \lambda_i + \lambda_k + \frac{1}{2}\lambda_n = 7{,}15 + 1{,}065 + \quad (5)$$

$$+ \frac{1}{2}\,1{,}75 = 9{,}090,$$

iar reactanța corespunzătoare [3, pag. 61]:

$$x_{1d} = 1{,}58 \cdot f \cdot \frac{W_1^2}{p}\frac{\Sigma\lambda}{q} l_n \cdot 10^{-7} = \quad (6)$$

$$= 1{,}58 \cdot 50 \cdot \overline{104}^2 \frac{9{,}09}{4} \cdot 20 \cdot 10^{-7} = 3{,}89\ \Omega.$$

Pentru încărcarea jugului reactanța x_{1d} se suplimentează cu reactanța constantă:

$$x_{1j} = 1{,}58 \cdot 50 \cdot \overline{104}^2 \frac{1{,}75}{2 \cdot 4} \cdot 20 \cdot 10^{-7} = 0{,}374\ \Omega \quad (7)$$

astfel încît pentru încărcarea jugului trebuie avută în vedere reactanța:

$$x_{1d} + x_{1j} = 3{,}89 + 0{,}374 = 4{,}264\ \Omega \quad (8)$$

se găsește astfel un punct de pe caracteristica $x_{1d} + x_{1j}$ (fig. 7).

În mod analog, pentru reactanța constantă x_c a capetelor de bobină și cea diferențială, se obține:

$$x_c = 1{,}58 \cdot 50 \cdot \overline{104}^2 \cdot 19{,}1 \cdot 10^{-7} = 1{,}63\ \Omega, \quad (9)$$

astfel încît:

$$x_1 = 4{,}264 + 1{,}63 = 5{,}894\ \Omega \quad (10)$$

găsindu-se astfel un punct de pe caracteristica x_1 (fig. 7).

b) Determinarea caracteristicii $x_2 = f(I_2)$ (fig. 7) de exemplu pentru $I_2 = 150$ A.

Ținînd seamă că în acest caz există o crestătură rotundă, curba care se va folosi din abaca (fig. 5) este cea care corespunde raportului:

$$\frac{h}{d} = \frac{0{,}045}{0{,}73} = 0{,}0616. \quad (11)$$

Din relația (10) se deduce F, care trebuie raportat la diametrul de 1 cm, pentru care sînt valabile curbele din figura 5:

$$F = \frac{\sqrt{2} \cdot I}{d} = \frac{\sqrt{2} \cdot 150}{0{,}73} = 290\ \text{As}; \quad (12)$$

la acest F corespunde pe curba $\frac{h}{d} = 0{,}0616$ (fig. 6) $B_i = 22\,700$ G. Rezultă:

$$\mu = \frac{1}{0{,}4 \cdot \pi}\,\frac{22\,700}{290} = 62{,}4 \quad (13)$$

și după (5):

$$\lambda_i = \frac{h \cdot B_i}{\sqrt{2} \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot Z_n \cdot I} = \frac{0{,}045 \cdot 22\,700}{\sqrt{2} \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 150} = 3{,}85, \quad (14)$$

iar

$$\lambda_k = \frac{5 \cdot \lambda_i}{5 + 4 \cdot \lambda_i} = \frac{5 \cdot 3{,}85}{5 + 4 \cdot 3{,}85} = 0{,}941. \quad (15)$$

Mai departe, în mod analog cu cele arătate anterior sub (a), obținem:

$$\left.\begin{aligned} \sum\lambda &= 3{,}85 + 0{,}941 + 0{,}66 = 5{,}451, \\ \Delta_\lambda &= 5{,}451 \cdot 20 = 109{,}2\ \text{cm}, \\ \Delta_\lambda + \Delta_d + \Delta_1 &= 109{,}2 + 31{,}8 = 140{,}8\ \text{cm}, \\ x_2 &= 1{,}58 \cdot 50\,\frac{1}{2} \cdot 140{,}8 \cdot 5450 \cdot 10^{-7} = 3{,}02\,\Omega, \end{aligned}\right\} \quad (16)$$

găsindu-se astfel un punct de pe curba $x_2 = f(I_2)$ (fig. 7).

c) Caracteristica de gol a tensiunii electromotoare $I_\mu = f(E)$, de exemplu pentru inducția în întrefier $B = 5\,000$ G.

S-a făcut un calcul obișnuit după [3], socotind pentru sporul $(1 + \tau_1)$ valoarea 1,08 și a rezultat o t.m.m. totală:

$$F = 1\,526\ \text{As}.$$

Din această valoare 280 As reprezintă t.m.m. a dintelui-stator și 452 As t.m.m. a jugului-stator. A rezultat $I_\mu = 5{,}67$ A și $E = 211{,}3$ V. După curba $x_{1d} + x_{1j}$ (fig. 7) la $I_1 = 5{,}67$ A rezultă $x_{1d} + x_{1j} = 3{,}9\,\Omega$, respectiv $x_{1d} = 3{,}9 - 0{,}374 = 3{,}526$ ohmi.

$$1 + \tau_{1d} = 1 + \frac{3{,}526 \cdot 5{,}67}{211{,}3} = 1{,}0943; \quad (17)$$

$$1 + (\tau_{1d} + \tau_{1j}) = 1 + \frac{3{,}9 \cdot 5{,}67}{211{,}3} = 1{,}1043.$$

Recalculînd punctul de gol corespunzător acestor coeficienți se găsește:

$$I_\mu = 5{,}82\ \text{A}$$

$$E = 212\ \text{V}$$

În felul acesta s-a trasat caracteristica de gol (fig. 9) $I_\mu = f(E)$.

La punctul $E = 212$ V și $I_\mu = 5{,}82$ A, se găsește:

$$U = 212 + 5{,}82 \cdot 5 \cdot 5 = 244\ \text{V}. \quad (18)$$

În acest mod s-a trasat curba de gol $I_\mu = f(U)$ din figura 9.

Curentul de mers în gol și factorul de putere la $U = 220$ V a rezultat:

$$I_0 = \sqrt{\overline{4,4^2}+\overline{1,18^2}} = 4,57\,; \quad \cos\varphi_0 = \frac{1,18}{4,57} = 0,258. \tag{19}$$

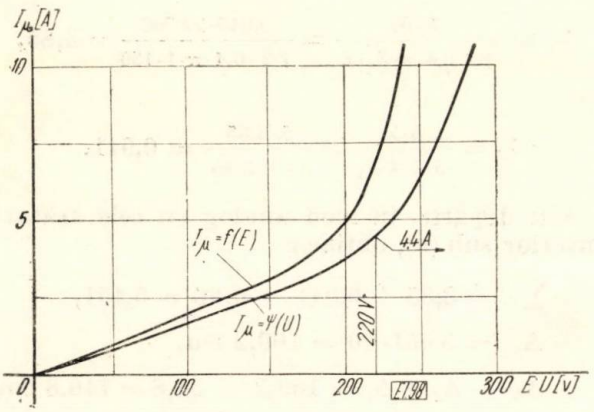


Fig. 9. Caracteristica de magnetizare $I_\mu = f(E)$ și caracteristica de mers în gol $I_\mu = f(U)$ la motorul de 4 kW—3 000 rot/min.

d) Caracteristica de sarcină la $U = 220$ V.

Să calculăm un punct al acestei caracteristici de exemplu pentru $I_1 = 10$ A:

În primul rînd se aproximează I_2, de exemplu $I_2 = 240$ A.

Din curbele figurii 7 se deduce $x_1 = 4,45\ \Omega$; $x_2 = 2,4\ \Omega$.

Din curbele figurii 9 se deduce $I_\mu = 4,8$ A; $E = 22 - 4,45.4,8 = 198,6$ V.

Se urmărește calculul strict după [3, pag. 151], alunecarea fiind necunoscută. Folosind notațiile din lucrarea citată, se găsește:

$$g = \frac{V_{FE}}{m_1 \cdot E_1^2} = \frac{172}{3\cdot\overline{198,6^2}} = \frac{1,46}{1\,000}. \tag{20}$$

Această mărime poate fi considerată constantă de-a lungul caracteristicii de sarcină:

$$x_\mu = \frac{E}{I_\mu} = \frac{198,6}{4,8} = 41,4\ \Omega,$$

$$\tau_1 = \frac{x_1}{x_\mu} = \frac{4,45}{41,4} = 0,1072\,; \quad \tau_2 = \frac{x_2}{x_\mu} = \frac{2,4}{41,4} = 0,058, \tag{21}$$

$$x_t = x_1 + (1+\tau_1)\,x_2 = 4,45 + 1,1072\cdot 2,4 = 7,11\ \Omega,$$

și dacă alunecarea este exprimată în procente rezultă în continuare:

$$f = gr_2 + \frac{\sigma}{100}(1+\tau_2) = \frac{1,46}{1\,000}\cdot 0,75 + \sigma\,\frac{1,058}{100} =$$

$$= \frac{0,1095}{100} + \sigma\,\frac{1,058}{100}, \tag{22}$$

$$h = \frac{\sigma}{100}\,g\,x_2 - \frac{r_2}{x_\mu} = \frac{\sigma}{100}\,\frac{1,46}{1\,000}\,2,4 - \frac{0,75}{41,4} =$$

$$= \frac{0,0035}{100}\,\sigma - \frac{1,81}{100},$$

$$l = (1+\sigma_1)\,r_2 + \frac{\sigma}{100}\,r_1\,(1+\tau_2) = 1,1072\cdot 0,75 +$$

$$+ \sigma\,\frac{2,85\cdot 1,058}{100} = \frac{83}{100} + \frac{3,02}{100}\,\sigma,$$

$$m = \frac{\sigma}{100}\,x_t - \frac{r_1\cdot r_2}{x_\mu} = \frac{\sigma}{100}\cdot 7,11 - \frac{2,85\cdot 0,75}{41,4} =$$

$$= \frac{7,11}{100}\,\sigma - \frac{5,17}{100},$$

iar alunecarea σ rezultă din ecuația:

$$I_1 = U_1\sqrt{\frac{l^2+h^2}{l^2+m^2}} =$$

$$= 220\sqrt{\frac{(0,1095+1,058\cdot\sigma)^2+(0,0035\cdot\sigma-1,81)^2}{(83+3,02\cdot\sigma)^2+(7,11\cdot\sigma-5,17)^2}} = 10. \tag{23}$$

Din această ecuație rezultă $\sigma = 3,7\,\%$.

Curentul I_2 rezultă din expresia:

$$I_2 = k_t\cdot U\cdot\frac{\sigma}{100}\sqrt{\frac{1}{l^2+m^2}} =$$

$$= 220\cdot\sigma\,\frac{27,2}{\sqrt{(83+3,02\cdot\sigma)^2+(7,11\cdot\sigma-5,17)^2}}, \tag{24}$$

k_t fiind coeficientul de raportare pentru curenți.

Introducînd în această expresie $\sigma = 3,7$ se găsește $I_2 = 230$ A, față de 240 A anticipați. Dacă trebuie să se refacă calculul cu această nouă valoare a lui I_2 se caută întîi pe curba din figura 7 $x_2 = 2,43\ \Omega$, în loc de 2,4 Ω cît a corespuns la $I_2 = 240$ A. Această valoare, fiind foarte aproape de prima aleasă, nu are rost să se mai refacă calculul deoarece se vor obține aproximativ aceleași valori.

În continuare, folosind formulele din [3, pag. 151], se găsește în mod analog:

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = 0,744 \text{ și deci } \cos\varphi_1 = 0,8023.$$

Momentul se găsește M = 1,4 kgm.

Procedînd în mod analog pentru diferite valori ale curentului I_1 atît pentru alunecări pozitive cît și pentru alunecări negative se găsește că diagrama de funcționare este de forma unui ou (fig. 6).

Verificări experimentale

Încercările experimentale efectuate la platforma de încercare la două motoare I și II au dat următoarele rezultate față de cele calculate :

	Valori calculate	Valori măsurate I	Valori măsurate II
Putere nominală :	4 000 W	4 000 W	4 000 W
Curent primar :	10,5 A	—	10,4 A
Cos φ :	0,807	—	0,835
Alunecarea σ :	3,95%	—	4,5%
Curent de mers în gol :	4,57 A	4,82 A	4,62 A
Factor de putere la mers în gol :	0,258	0,288	0,247
Curent la scurt circuit :	38,2 A	43 A	37,2 A

Coincidențele dintre calculul teoretic și rezultatele experimentale sînt satisfăcătoare, deoarece la motoare normale sînt adesea diferențe mai mari. Această coincidență justifică ipotezele făcute și valabilitatea metodei.

Bibliografie

[1] *Richter, R.* Mașini electrice (traducere din limba germană) vol. IV. București, Editura tehnică, 1960.

[2] *Kocourek, K.* Streuleitfähigkeit geschlossener Nuten. Elektrotechn. und Maschinenbau, Bd. 53, 1935, p. 421.

[3] *Liwshitz, M.* Die elektrischen Maschinen, Bd. III. Berlin, Ed. B. G. Teubner, 1934.

[4] *Vinogradov, N. V., Gurianov F. A.* și *Serghiev, R. S.* Proiectarea mașinilor electrice (traducere din limba rusă). București, Editura energetică de stat, 1953.

Intrat în redacție la 5.12.1962

Lucrările celei de-a 19-a sesiuni a Conferinței Internaționale a marilor rețele electrice (C.I.G.R.É.)

Emil Constantinescu și Liviu Groza* — București

In perioada 16-26 mai 1962 a avut loc la Paris cea de-a 19-a sesiune a Conferinței Internaționale a marilor rețele electrice, cunoscută snb denumirea prescurtată „C.I.G.R.É." După cum se știe, aceste sesiuni se țin la Paris din doi în doi ani. Se dă un scurt rezumat al ședințelor, evidențiindu-se contribuțiile romînești.

CZ 621.311.1 :061.3 CIGRÉ „1962,

C.I.G.R.É. a fost înființată în 1921, sub patronajul Comisiei Electrotehnice Internaționale (C.E.I.), și reprezintă astăzi, după C.E.I., cea mai veche organizație internațională din domeniile electrotehnic și electroenergetic. În activitatea sa, C.I.G.R.É. are drept scop scoaterea în evidență și popularizarea celor mai noi realizări din următoarele domenii :

— fabricarea și comportarea în exploatare a echipamentului de protecție, transformare și întrerupere a curentului electric ;

— construcția, izolația și întreținerea liniilor electrice aeriene și subterane ;

— exploatarea, protecția și interconexiunea rețelelor electrice ;

— tehnica specială a tensiunilor peste 220 kV.

Între sesiuni, continuitatea lucrărilor este asigurată de 18 comitete de studii, care se întrunesc periodic pentru a discuta rezultatele obținute în diferitele țări participante, cu privire la anumite teme de studiu fixate dinainte. De asemenea, tot în cadrul acestor comitete se fixează, pentru fiecare secțiune C.I.G.R.É. subiectele preferențiale, adică acelea care sînt actuale și trebuie să fie în mod special discutate.

Interesul crescînd pe care Conferința Internațională a marilor rețele îl prezintă pentru tehnicienii din lumea întreagă este evidențiat prin numărul tot mai mare de țări și persoane participante de la înființare și pînă în prezent. Astfel, numărul țărilor participante a fost de 12 în 1921, 41 în 1939, 30 în 1946, 45 în 1952, 47 în 1960 și 50 în 1962. În ceea ce privește numărul congresiștilor, acesta a prezentat o creștere continuă și mai accentuată, după cum urmează: 231 în 1921, 814 în 1939, 877 în 1946, 1 351, în 1952, 1 908 în 1960 și 1 930 în 1962.

Ședința de deschidere a celei de-a 19-a sesiuni a avut loc în ziua de 16 mai, sub președinția ministrului industriei Franței, D. Bokanowski. În cuvîntarea de deschidere, G. Silva, președintele consiliului de administrație al C.I.G.R.É., a scos în evidență frumoasa dezvoltare a acestei organizații, strîns legată de progresele realizate în instalațiile de producere și distribuție a energiei electrice. Doi congresiști, unul în numele participanților de limbă engleză, S. Fujitaka (Japonia), și celălalt în numele celor de limbă franceză, E. Juillard (Elveția), au adresat în încheiere cuvinte

* Conf. ing. E. Constantinescu este inginer șef la ISPE, iar ing. L. Groza este proiectant șef la ISPE.

de salut și mulțumire prezidiului congresului și participanților la congres.

În cele 24 de ședințe care au urmat au fost puse în discuție următoarele grupe de rapoarte și probleme:

Secția 1. **Producerea, transformarea și întreruperea curentului electric**

Grupa 11. *Alternatoare*

Alegerea parametrilor principali ai alternatoarelor (tensiune, reactanțe, raport de scurtcircuit, factor de putere, viteză de ambalare sistem de excitație), ținîndu-se seamă de caracteristicile rețelelor. Cazul particular al grupurilor de foarte mare putere. Excitația statică a alternatoarelor. Alimentarea serviciilor auxiliare în centralele electrice.

Grupa 12. *Transformatoare*

Comportarea transformatoarelor la scurtcircuite. Descărcările prin efect corona în transformatoare. Factorii influențînd încălzirea înfășurărilor transformatoarelor.

Grupa 13. *Întreruptoare*

Frecvențele proprii și factorii de amplitudine (metoda celor patru parametri, defectul kilometric, supratensiuni la întreruperea curenților inductivi mici, supratensiuni la întreruperea curenților capacitivi). Curenții post-arc. Verificarea indirectă a puterii de rupere. Deconectarea bateriilor de condensatoare.

Grupa 14. *Uleiuri izolante și izolanți*

Proprietățile dielectrice ale izolanților gazoși. Controlul stării uleiurilor izolante. Comportarea izolanților solizi în ulei.

Grupa 15. *Stații de transformare și conexiuni*

Soluțiile constructive moderne folosite la stațiile de transformare de înaltă și foarte înaltă tensiune. Utilizarea separatoarelor de sarcină. Construcția barelor colectoare cu izolație uscată. Supratensiunile datorite transformatoarelor de tensiune capacitive.

Grupa 17. *Condensatoare*

Fenomenul de ionizare în condensatoare. Ameliorarea izolanților. Instalarea condensatoarelor în rețelele electrice.

Secția a 2-a. **Construcția, întreținerea și izolația liniilor**

Grupa 21. *Cabluri de înaltă tensiune*

Problemele legate de caracteristicile termice ale solurilor. Izolanții sintetici. Transporturi submarine de energie electrică la mare distanță. Exploatarea cablurilor de foarte înaltă tensiune. Cabluri de curent continuu. Comportarea cablurilor la scurtcircuite. Coroziunea cablurilor.

Secția a 3-a. **Exploatarea, protecția și interconexiunea rețelelor**

Grupa 32. *Concepția și funcționarea rețelelor. Stabilitatea*

Asigurarea unei repartiții economice a sarcinilor prin reglajul frecvență-putere. Stabilitatea sistemelor electrice (efectul regulatoarelor de tensiune, efectul funcționării subexcitate a alternatoarelor, reanclanșarea monofazată). Studiul rețelelor și metodele de încercare. Calculatoarele numerice și analogice.

Grupa 34. *Teletransmisiuni*

Caracteristicile practice ale rețelelor. Măsurarea zgomotului. Recomandări privind elementele de cuplaj.

Grupa 35. *Perturbații telefonice și radiofonice*

a) Perturbații telefonice. Protecția liniilor de telecomunicații împotriva forțelor electromotoare longitudinale prin dispozitive uniform repartizate. Efectul perturbațiilor inductive asupra circuitelor auxiliare. Curenții de pămînt reziduali în rețelele trifazate în funcționare normală.

b) Perturbații radiofonice. Perturbații datorite liniilor cu tensiuni nominale pînă la 35 kV. Studiul statistic al perturbațiilor datorite liniilor de înaltă tensiune în funcție de nivelul tensiunilor și condițiile atmosferice. Perturbațiile radiofonice datorite liniilor electrice de înaltă tensiune de curent continuu.

Secția a 4-a. **Tensiuni peste 220 kV**

Grupa 41. *Coordonarea izolației*

Statistica supratensiunilor datorite manevrelor și limitele de reducere a nivelului de izolație. Comportarea izolației externe la supratensiuni datorite manevrelor (metode de încercare și rezultate).

Grupa 42. *Tensiuni foarte înalte*

Alegerea nivelurilor de tensiune pentru rețelele viitoare. Progresele realizate în studiul și construcția rețelelor de foarte înaltă tensiune. Rezultatele din exploatarea rețelelor de foarte înaltă tensiune. Repararea liniilor sub tensiune. Perturbații radiofonice.

La această sesiune, țările participante au prezentat un număr de 105 rapoarte, care pe secții se împart după cum urmează:

Secția 1:	53
Secția a 2-a:	10
Secția a 3-a:	24
Secția a 4-a:	18
	105

Aceste rapoarte se repartizează astfel între diferitele țări:

U.R.S.S., S.U.A., Franța, Anglia, R.D.G. și R.F.G.	câte 8
Elveția și Suedia	câte 7
Belgia, Italia și Japonia	câte 6
Canada	5
Norvegia, R.P. Polonă și Olanda	câte 3
R.P. Romînă, R.S. Cehoslovacă, R.P. Ungară, Finlanda și Australia	câte 2
R.P. Bulgaria, Austria, R.P.F. Iugoslavia, Turcia, Irlanda și Argentina	câte 1
Rapoarte mixte (autorii aparținînd mai multor țări)	3

În afară de acestea au mai fost prezentate 17 rapoarte asupra lucrărilor comitetelor de studii și alte 4 rapoarte în numele comitetelor de studii.

Cele două rapoarte prezentate de țara noastră au fost următoarele :

Raportul nr. 128 (la grupa 12, Transformatoare) : „Încercări experimentale pentru măsurarea forțelor axiale de scurtcircuit în transformatoarele de forță" (C. Apetrei, C. Bălă).

Raportul nr. 314 (la grupa 32, Concepția și funcționarea rețelelor) : „Condiții optimale de încercare pentru determinarea parametrilor unei rețele" (P. Dimo, L. Groza, G. Moraite).

În afară de acestea, țara noastră a mai prezentat un raport mixt, elaborat în comun cu specialiștii cehoslovaci, anume raportul nr. 420 (la grupa 42, Tensiuni foarte înalte): „Interconexiunea în 400 kV între sistemele energetice romîn și cehoslovac" (E. Constantinescu, P. Militaru, L. Groza, R.P.R., și F. Grof, I. Novak, R.S.C.).

În timpul sesiunii, în afară de ședințele de deschidere și de închidere și de adunarea generală a membrilor C.I.G.R.É., au avut loc 24 ședințe de lucru, de obicei cîte două simultan. În plus, tot în acest timp s-au întrunit și 14 comitete de studii.

Fiecare grupă de rapoarte care s-au discutat a avut un raportor special, însărcinat să studieze dinainte rapoartele grupei și să stabilească lista subiectelor care meritau să fie discutate. Se menționează că în timpul sesiunii nu se face nici o prezentare a rapoartelor, presupunîndu-se că participanții au luat cunoștință de conținutul rapoartelor care îi interesează. Orice congresist doritor să ia cuvîntul în cursul unei ședințe era obligat să se înscrie cu o zi înainte, anunțînd problema la care voia să se refere. Bineînțeles că nu se putea lua cuvîntul decît în legătură cu problemele puse în discuție în rapoartele speciale ale fiecărei grupe.

Ședințele în care se discutau rapoartele din cadrul unei grupe erau conduse de către președintele comitetului de studii respectiv. Din prezidiu făceau parte de asemenea raportorul general și un secretar al grupei, avînd sarcina să întocmească și să difuzeze după fiecare ședință darea de seamă a discuțiilor

Limbile oficiale ale discuțiilor au fost franceza și engleza. Un grup de interpreți au asigurat traducerea simultană în limbile franceză, engleză și germană. Mici aparate portative de radiorecepție cu cască permiteau fiecărui auditor să asculte comunicarea în limba preferată.

Rapoartele prezentate de țara noastră la a 19-a sesiune C.I.G.R.É. au fost privite cu mult interes de către participanți.

Astfel, raportul nr. 128 (autori C. Apetrei și C. Bălă) a fost comentat favorabil în raportul special al grupei 12. În cadrul discuțiilor, raportorul special Langlois-Berthelot a subliniat importanța practică a determinării forțelor axiale de scurtcircuit în transformatoare, subliniind în același timp necesitatea continuării studiilor în ceea ce privește extrapolarea rezultatelor obținute la curenții reduși.

Raportul nr. 314 (autori P. Dimo, L. Groza și C. Moraite) a fost comentat pe larg în cadrul raportului special al grupei nr. 32, apreciindu-se favorabil metoda de optimizare prezentată și rezultatele experimentale obținute. Acest raport a dat naștere la șase intervenții din partea unor congresiști din diferite țări. În concluzie, raportorul special M. Magnien a arătat că, în urma discuțiilor asupra problemei parametrilor rețelelor, reține mai ales această metodă românească, care duce la rezultate mai exacte în special în ceea ce privește determinarea timpului de lansare.

Raportul mixt romîno-cehoslovac nr. 420 (autori E. Constantinescu, P. Militaru, L. Groza, F. Grof și I. Novak) a fost comentat favorabil în raportul special al grupei nr. 42, la problema normalizării tensiunilor foarte înalte, arătîndu-se că introducerea tensiunii de 400 kV la linia de interconexiune R.P.R. — R.S.C. se încadrează în prevederile CEI de normalizare a tensiunilor. De asemenea, la problema dezvoltării rețelelor de tensiuni foarte înalte au fost comentate caracteristicile tehnice ale transportului de energie din R.P.R. în R.S.C., subliniindu-se valorile foarte importante ale puterii și energiei transportate, precum și alegerea justificată a tensiunii nominale de 400 kV.

La a 19-a sesiune a Conferinței Internaționale a marilor rețele electrice, Comitetul național romîn C.I.G.R.É., prin intermediul căruia se desfășoară activitatea noastră în cadrul C.I.G.R.É., a trimis o delegație compusă din următoarele persoane : conf. ing. N. Armencoiu, membru în Comitetul pentru tehnica nouă, conducătorul delegației;

conf. ing. E. Constantinescu, inginer-șef la I. S. P. E.;

conf. ing. C. Apetrei, director adjunct științific la Institutul de energetică al Academiei R.P.R.;

ing. St. Berenghi, inginer-șef la I. R. E. B.;

ing. L. Groza, proiectant-șef la I. S. P. E.;

ing. D. Iliescu, inginer la Comitetul pentru tehnica nouă.

Delegații romîni au făcut mai multe intervenții la ședințele de lucru ale diferitelor grupe de rapoarte. Astfel, conf. ing. N. Armencoiu a luat cuvîntul la grupa nr. 41 („Coordonarea izolației"), prezentînd rezultatele experimentale obținute în R. P. R. asupra nivelului de izolație a instalațiilor noastre de înaltă tensiune, în comparație cu recomandările C.E.I.

În cadrul discuțiilor din grupa nr. 32 („Concepția și funcționarea rețelelor"), conf. ing. E. Constantinescu a arătat stadiul actual de aplicare în R. P. R. a metodei de calcul al rețelelor cu ajutorul analizei nodale, combinată

cu calculatoare numerice, și avantajele obținute față de folosirea altor metode. Conf. ing. C. Apetrei a luat cuvîntul la grupele nr. 11 („Alternatoare") și nr. 12 („Transformatoare") indicînd rezultatele cercetărilor efectuate în R. P. R. pentru determinarea soluțiilor optime în proiectarea, construcția și exploatarea mașinilor sincrone, și a adus unele precizări cu privire la metoda de determinare pe cale directă experimentală a forțelor axiale în transformatoare, la tensiuni reduse față de tensiunea nominală. Ing. St. Berenghi a arătat, la grupa nr. 15 („Stații de transformare"), realizările obținute în R.P.R. în ceea ce privește proiectarea și construcția stațiilor exterioare de 110 și 35 kV (reducerea eforturilor în cadrele de beton armat centrifugat ale stațiilor și realizarea de stații de 35 kV cu bare rigide din țeavă de aluminiu, fixate direct pe izolatoarele separatoarelor). Ing. L. Groza a luat cuvîntul în grupa nr. 32 („Concepția și funcționarea rețelelor"), aducînd precizări asupra importanței caracteristicilor rețelelor obținute din regimuri optimizate (arătate în raportul romînesc nr. 314) și a inerției sarcinii, și a făcut unele completări în legătură cu importanța oscilațiilor rotorice și a sensului puterii active ce se deconectează.

Delegații romîni au participat și la discuții în cadrul unor comitete de studii. În calitate de membru al comitetului, conf. ing. C. Apetrei a participat la discuțiile din cadrul comitetului de studii nr. 17 („Alternatoare") fiind cooptat în grupa de lucru care va studia modurile de determinare a soluțiilor optime în construcția generatoarelor sincrone de mare putere.

Conf. ing. E. Constantinescu a participat ca expert la lucrările comitetului de studii nr. 7 („Stîlpi și fundații"), arătînd, în legătură cu raportul romînesc nr. 220 de la sesiunea C.I.G.R.É. din 1960, ultimele rezultate obținute la noi în problema coeficienților de siguranță economici la liniile electrice aeriene. De asemenea a făcut o expunere asupra tipurilor noi de stîlpi ancorați metalici și de beton armat construiți în R. P. R.

În cadrul Comitetului de studii nr. 13 („Concepția și funcționarea rețelelor") ing. L. Groza a participat ca expert la discuțiile în legătură cu organizarea și programul celor șapte grupe de lucru ale comitetului.

Atît în timpul cît și după terminarea lucrărilor sesiunii au fost făcute mai multe vizite tehnice la o serie de obiective energetice (centrale termoelectrice, centrale hidroelectrice, stații de transformare sau conversiune, linii de înaltă tensiune), fabrici constructoare de echipament energetic și organizații de studii, cercetări și exploatarea instalațiilor energetice, obținîndu-se un bogat material documentar, care a fost adus în țară și stă la dispoziția celor ce doresc să-l consulte.

Intrat în redacție la 25.11.1962

Considerații asupra îmbunătățirii caracteristicilor electrice ale acumulatoarelor oxid de zinc-argint

Stancu Lică și Marcel Ștefănescu* — București

Problema înmagazinării energiei electrice cu ajutorul pilelor electrochimice secundare sau acumulatoarelor electrice continuă să fie actuală, deoarece dispozitivele existente în prezent, cu toate dificultățile ce le mai prezintă în exploatare, pot să fie îmbunătățite. O dată cu perfecționarea tipurilor de acumulatoare intrate în uzul curent se tinde în același timp la găsirea unor noi tipuri de acumulatoare.

CZ 621.355.9 : 546.57

Este cunoscut faptul că o utilizare largă au căpătat acumulatoarele cu plumb și acumulatoarele fero-nichel sau cadmiu-nichel; alături de acestea începe să capete o importanță practică tot mai mare, acumulatorul oxid de zinc-argint, datorită curenților mari pe care-i poate debita, posibilităților de miniaturizare și constanței mari a tensiunii în timpul descărcării.

Principala greutate în construirea acumulatorului (+) Ag/KOH/ZnO(−), o constituie capacitatea insuficient de reversibilă a electrodului de zinc.

În procesul transformărilor la electrodul de zinc se formează hidroxid de zinc care se dizolvă în exces de soluție alcalină cu formare de zincat de potasiu după reacția:

$$Zn(OH)_2 + 2KOH \rightleftarrows Zn(OK)_2 + 2H_2O,$$

pe de altă parte și zincul reacționează cu soluția de potasiu formînd zincat și punînd în libertate hidrogen după reacția:

$$Zn + 2KOH \rightleftarrows Zn(OK)_2 + H_2.$$

Hidrogenul care se degajă este dăunător procesului de formare și funcționare al acumu-

* Cd. ș. t. ing. Lt. Col. *S. Lică* este conferențiar la Academia Militară Generală, iar *M. Ștefănescu* este cercetător la aceeași unitate.

latorului, deoarece bulele de gaz în electrolit înrăutățesc conductibilitatea acestuia și nu dau posibilitatea să se creeze un acumulator perfect etanș.

Greutatea specifică a zincatului pe de altă parte este mai mare decît a electrolitului și ca urmare în acumulator se creează o concentrație variabilă în raport cu înălțimea vasului. Pe partea inferioară a plăcii, datorită concentrației mari în ioni-zinc, se creează dendrite de zinc care duc la scurtcircuitarea acumulatorului.

Oxizii argintului sînt stabili, ei nu degajă oxigen nici la temperatura de + 50°C; însă atunci cînd în electrolit se găsesc oxizi de argint și de zinc autodescărcarea sistemului se intensifică. Aceasta are loc deoarece în mediul alcalin oxizii de argint formează soluții coloidale care difuzează spre electrozii negativi unde se descarcă și formează depuneri dendritice de argint care duc la mărirea procesului de autodescărcare.

Aceste dezavantaje au fost parțial îndepărtate prin înlocuirea electrolitului KOH de concentrație 35—45% cu zincat de potasiu; prin aceasta s-a mărit capacitatea acumulatorului aproape de două ori.

Alte încercări [15] arată că adaosul de acid boric la electrolit și formarea de metaborat de potasiu pot aduce de asemenea îmbunătățiri în randamentul acumulatorului.

Cu toate îmbunătățirile aduse persistă dezavantajele arătate și anume: degajarea de gaze în procesul funcționării și fenomenele de migrare ale ionilor de Zn^{++} la catod, precum și migrarea ionilor de Ag^{+} la anod.

În articolul de față se prezintă lucrările efectuate pentru îmbunătățirea compoziției masei active a electrozilor acumulatorului oxid de zinc-argint, în vederea înlăturării defectelor amintite mai sus.

Partea experimentală

La început s-au determinat caracteristicile electrice la trei acumulatoare zinc-argint, fiecare format din patru anozi de zinc și cinci catozi de argint. Plăcile erau formate din pulberi metalice presate pe un fir de argint care servea drept conductor de curent și apoi împachetate în celofan care a servit drept diafragmă semipermeabilă între electrozi.

Dimensiunile plăcilor erau de $2 \times 2{,}5$ cm, iar greutatea de masă activă din fiecare placă era de 2 g pentru polul pozitiv și 2,7 g pentru polul negativ.

Ca electrolit s-a folosit KOH 40 % la care s-a adăugat zinc pulbere, oxid de zinc și oxid de aluminiu. Pentru început s-a efectuat încărcarea acumulatoarelor la curent constant de 0,25 A urmărind variația tensiunii în timpul încărcării.

Tabela 1

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V[V]	1,5	1,55	1,66	1,9	1,9	1,9	1,9	2	2,2	2,2
I[A]	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

Rezultatele sînt arătate în tabela 1.

Reprezentarea grafică a variației tensiunii în funcție de timp la încărcare este prezentată în figura 1 (curba 1) de unde se constată mersul

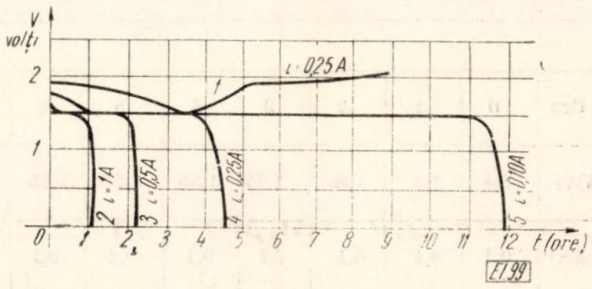


Fig. 1:
1 – curba de încărcare la $i = 0{,}25$ A; *2* – curba de descărcare cu $i_d = 1$ A; *3* – curba de descărcare cu $i_d = 0{,}5$ A; *4* – curba de descărcare cu $i_d = 0{,}25$ A; *5* – curba de descărcare cu $i_d = 0{,}1$ A.

încărcării. De aici se vede că la începutul încărcării tensiunea se menține constantă la 1,5 V, timp de aproximativ 2 ore, după care urcă la 1,9 V și se păstrează constantă pînă la ora a șasea la 2 V, după care la sfîrșit atinge valoarea de 2,2 V.

În experiențele efectuate toate încărcările acumulatoarelor au fost făcute la $i_d = 0{,}25$ A. Tot pe graficul din figura 1 sînt prezentate curbele de descărcare ale acumulatoarelor la diferiți curenți de descărcare: $i_d = 1$ A, 0,5A, 0,25 A și 0,1 A (curbele 2, 3, 4, 5).

Datele după care sînt reprezentate curbele 2, 3, 4, 5 sînt prezentate în tabelele 2, 3, 4 și 5.

În figura 2 este prezentată variația tensiunii și curentului acumulatorului ZnO-Ag, descărcat la rezistență constantă.

După cum se vede la rezistență constantă aspectul curbelor, curent și tensiune este asemănător, respectînd întocmai legea lui Ohm.

Tabela 2

Ora	0	1	1^{15}	1^{20}	1^{30}	1^{40}	Obs.
$V_{(V)}$	1,55	1,5	1	0,8	0,4	0,1	Acumulatoarele au fost descărcate după 24 ore
i_d (A)	1	1	1	0,4	0,1	0,05	

Tabela 3

Ora	0	1	2	2^{15}	2^{25}	2^{30}	Obs.
$V_{(V)}$	1,6	1,5	1,4	1,1	0,8	0,2	Acumulatoarele au fost descărcate după 24 ore
i_d (A)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2	0,05	

Tabela 4

Ora	0	1	2	3	4	4^{20}	4^{30}	Obs.
$V_{(V)}$	1,75	1,55	1,55	1,55	1,45	0,5	0,1	Acumulatoarele au fost descărcate după 24 ore
i_d (A)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,15	0,05	

Rezistența interioară a acumulatorului ZnOAg este destul de mică, ea avînd valoare mai mare la începutul și sfîrșitul descărcării.

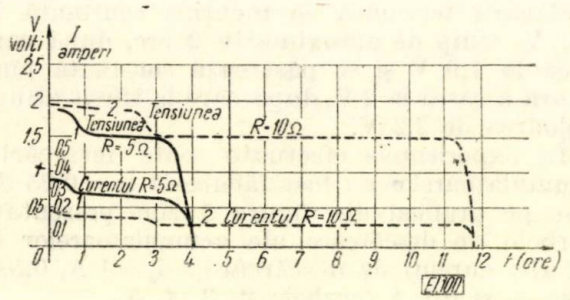


Fig. 2 :
1 – R = 5 Ω ; 2 – R = 10 Ω.

Reprezentarea grafică a variației rezistenței interioare în funcție de timp la descărcarea unui acumulator pe o rezistență exterioară de 10 Ω și 5 Ω, este redată în figura 3.

Față de aceste determinări în laborator s-au efectuat experiențe în vederea îmbunătățirii reversibilității electrodului de zinc. Pentru

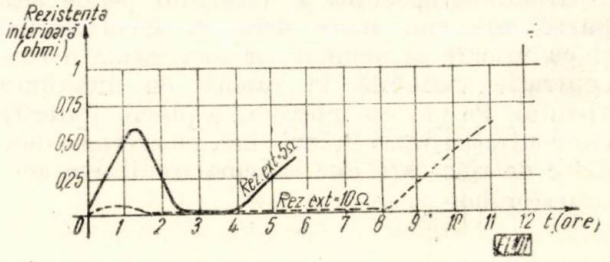


Fig. 3

aceasta s-au preparat diferite pulberi metalice și s-au adăugat în diferite proporții în masa electrodului negativ. Dintre acestea cele mai bune rezultate s-au obținut cu adaosul pulberii de amalgam de cadmiu și pulberii de staniu.

Pulberile s-au preparat la cald prin topirea staniului și adăugarea de oxid de zinc și s-a mojarat pînă la răcire, iar pulberea de amalgam de cadmiu s-a preparat prin topirea cadmiului în prezența mercurului și apoi adăugarea de oxid de zinc într-o anumită proporție și s-a mojarat de asemenea pînă la răcire. Curbele

Tabela 5

Ora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12^{10}	12^{20}	Obs.
$V_{(V)}$	1,8	1,8	1,8	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	0,9	0,4	Acumulatoarele au fost descărcate după 24 ore
i_d(A)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	

caracteristice ale acestor acumulatoare comparate cu cele ale acumulatorului oxid de zinc-argint sînt prezentate în figurile 4 și 5.

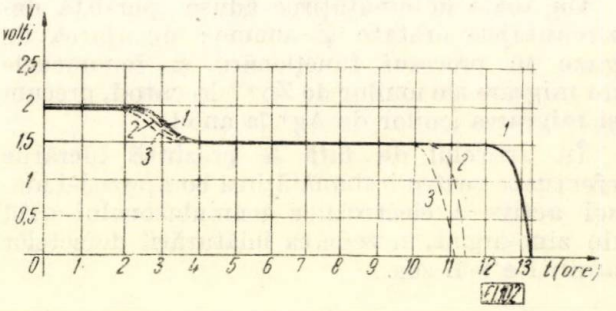


Fig. 4 :
1 – variația (V–t) pentru acumulatoare cu amalgam de cadmiu oxid de zinc-argint ; 2 – variația (V–t) pentru acumulatoare cu pulbere de staniu oxid de zinc-argint ; 3 – variația (V – t) pentru acumulatoare cu oxid de zinc-argint.

Se vede că cea mai mare sporire în capacitate se obține la acumulatorul în al cărui electrod negativ a fost introdusă pulberea de amalgam de cadmiu-oxid de zinc. În afară de această

sporire acumulatorul cu pulbere de amalgam de cadmiu-oxid de zinc prezintă și o durată mai mare de păstrare, respectiv un număr de cicluri mai mare cu aproximativ 20 % față de acumulatorul obișnuit de oxid de zinc-argint.

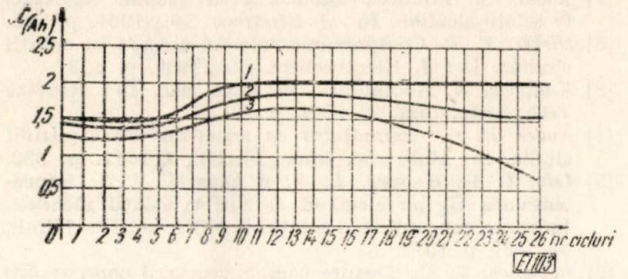


Fig. 5 :

1 — variația capacității în funcție de numărul de cicluri pentru acumulatorul cu amalgam de cadmiu oxid de zinc-argint : *2* — variația capacității în funcție de numărul de cicluri pentru acumulatorul cu pulbere de staniu-oxid de zinc-argint ; *3* — variația capacității în funcție de numărul de cicluri pentru acumulatorul oxid de zinc-argint.

Discuții

Forma curbei de variație a tensiunii la încărcare-descărcare în funcție de timp prezintă două paliere, unul la 1,88 V și altul la 1,55 V. Aceasta se datorește reacțiilor electrochimice din acumulator care decurg de asemenea în două faze : în prima fază are loc oxidarea argintului la oxid de argint după reacția :

$$2\,Ag + 2\,OH \underset{\text{desc.}}{\overset{-\text{inc.}}{\rightleftharpoons}} Ag_2O + H_2O + 2e,$$

iar în faza a doua urmează oxidarea argintului la faza superioară de peroxid de argint după reacția :

$$Ag_2O + 2OH \underset{\text{desc.}}{\overset{-\text{inc.}}{\rightleftharpoons}} 2AgO + H_2O + 2e.$$

După Romanov [6] funcție de cum se repartizează peroxidul de argint în masa electrodului pozitiv este și mărimea palierului curbei de la 1,88 V, deoarece acesta se aglomerează în jurul prizei conducătoare de curent și scade treptat către marginea electrodului unde poate reacționa cu argintul metalic și forma oxid de argint după ecuația :

$$2AgO + 2Ag \rightarrow 2Ag_2O.$$

Procesul oxidării argintului metalic la oxid de argint este aproape complet reversibil deoarece, în această porțiune a curbei, acumulatorul are rezistența interioară foarte mică (neglijabilă), pe cînd în domeniul palierului de 1,88 V rezistența interioară începe să crească, aceasta probabil datorită distribuției neuniforme a peroxidului de argint în masa electrodului pe de o parte, fapt care ar veni în sprijinul lucrărilor [6], iar pe de altă parte degajării bulelor de gaze de la sfîrșitul încărcării, care micșorează conductibilitatea electrolitului.

Este interesant faptul că introducerea de pulberi ca cea de staniu-oxid de zinc sau pulberea de amalgam de cadmiu-oxid de zinc îmbunătățesc caracteristicile electrice ale acumulatoarelor oxid de zinc-argint deoarece aceste adaosuri nu influențează tensiunea sau curentul pe care acestea îl pot debita, lucru care rezultă din curbele încărcare-descărcare, deci, nu participă la reacțiile electrochimice ce au loc în acumulator, ci numai măresc capacitatea acestuia.

Rolul amalgamului de cadmiu în electrodul negativ poate fi explicat în primul rînd prin aceea că mărește conductibilitatea electrică a electrodului de oxid de zinc, care la sfîrșitul încărcării este transformat în întregime în oxid de zinc.

Cadmiul și mercurul în special avînd potențiale de electrod mai electropozitive decît zincul, în procesul încărcării transmit oxigenul zincului, reușind prin aceasta să facă electrodul de zinc un electrod aproape perfect reversibil. În acest fel la începutul descărcării electrodul de oxid de zinc are o conductibilitate electrică destul de bună, deoarece cadmiul și mercurul se găsesc sub formă de metale în placa negativă.

Pe de altă parte rolul amalgamului de cadmiu mai poate fi scos în evidență și prin următoarele :

1. Datorită supratensiunii mari a hidrogenului asupra mercurului, prezența acestuia împiedică degajarea de hidrogen în ciclul de încărcare-descărcare, deci, se înlătură degajarea bulelor de gaz în procesul funcționării.
2. Mercurul împiedică formarea depunerilor dendritice de zinc, ca și plumbul și staniul, ceea ce reduce pericolul formării concrețerilor și deci scurtcircuitarea acumulatorului.
3. Sub formă de amalgame atît cadmiul cît și zincul participă în reacție mai ușor, deoarece în acest caz peliculele izolante de oxid sau hidroxid nu se mai pot forma ca în cazul particulelor izolante de metale simple, ceea ce duce la creșterea capacității acumulatorului și reducerea tensiunii de încărcare.
4. Reacțiile de schimb cadmiu-zinc sînt favorizate de prezența ambelor metale sub formă de amalgame ; cadmiul are un curent mare de schimb (peste 0,1 A/cm^2), iar zincul sub 0,1 A/cm^2, el accelerează reacțiile electrodice în timpul ciclurilor de încărcare-descărcare și mărește durata de viață a acumulatorului.

Concluzii

1. Pulberea de amalgam de cadmiu introdusă în masa electrodului negativ mărește reversibilitatea acestuia datorită supratensiunii hidrogenului asupra mercurului, a curentului mare de schimb al cadmiului și creșterii conductibilității electrodului. Ca urmare a acestui

fapt a crescut și capacitatea acumulatorului cu 15%, iar numărul de cicluri cu peste 20% față de acumulatorul oxid de zinc-argint.

2. Pulberea de staniu introdusă în masa electrodului negativ a dus la o îmbunătățire a proceselor care au loc în acumulator, în sensul că reduce mult degajarea de gaze, dar o sporire substanțială a capacității nu se observă.

3. Din punct de vedere economic, prețul acestui tip de acumulator este mai ridicat decît al acumulatoarelor de plumb sau cadmiu-nichel. El însă este util acolo unde nu se pot folosi aceste acumulatoare și în special la aparatura miniaturizată, deoarece posedă calități care-l fac de neînlocuit.

Este de ajuns să amintim tensiunea mai mare decît a celorlalte acumulatoare alcaline (1,5 V) și constantă putînd fi descărcat pînă la zero, fără a suferi deteriorări.

Pe de altă parte, comparînd capacitățile specifice ale tipurilor de acumulatoare existente se constată că acumulatorul de Pb are o capacitate specifică de 22 Wh/kg, acumulatorul Cd-Ni 28 Wh/kg, cel Fe-Ni 31,2 Wh/kg și acumulatorul ZnO-Ag 120 Wh/kg. Aceste valori ale capacității specifice arată superioritatea noilor acumulatoare.

De asemenea, pentru țara noastră, unde nichelul este un metal deficitar, iar argintul se găsește în cantități suficiente, și dacă ținem seama că materiile prime se pot recupera, reiese clar utilitatea, cel puțin pentru țara noastră, a acestui tip de acumulatoare.

Bibliografie

[1] *Wales, Ch.* Oxidarea anodică a electrodului Ag/Ag_2O în soluții alcaline. În: J. Electroch. Soc., 1961, p. 395.
[2] *Dirkse, T. P.* Comportarea catodică a Ag_2O în soluții alcaline. În: J. Electrochem. Soc., 1960, p. 859.
[3] *Kudimov, A.* Acumulator cu argint-zinc. În: Revista Tech. Arm., tom. *3*, 1961, p. 201.
[4] *Andre, H. G.* Acumulator cu argint-zinc cu electrolit alcalin. In: Bull. soc. franc. Électrs., *1*, 1941, p. 132.
[5] *Iofa, Z. A., Komlev, L. V.* și *Bagotshi, V. S.* Supratensiunea H_2 pe electrod de zinc în soluții alcaline. Influența concentrației soluției de KOH. În: Fis. Himii, *35*, 1961, p. 1571.
[6] *Romanov, V. V.* Despre cauzele deosebirii comportării electrozilor de Ni_2O_3 și Ag_2O în soluții de zincați. În: J. Prikladnoi Him. *34*, 1961, p. 1317.
[7] *Romanov, V. V.* Structura electrodului de Ag în bateriile Zn-Ag. În: J. Prikladnoi Him., *33*, 1960, p. 2071.
[8] *Lică, S.* Studiul și realizarea unor microacumulatoare. Comunicare la sesiunea A.M.G., 1960.
[9] *Ioachim, E. J.* și *Vielstich, W.* Experiențe asupra folosirii membranelor pentru elemente cu combustie. In: Electrochimica, Acta, *3*, 1960, p. 244.
[10] *Göhr, H.* și *Lange, E.* Potențialul anodic al Ag_2O. În: Z. Physik Chem. (Frankfurt/M.), 17, 1958, p. 100.
[11] Brevet d'invention nr. 1.132.743, Holm. Paris, 1955.
[12] *André, M.* și *Jules Joseph Selosse.* P. 1.134.842 Holm. Paris, 1957.
[13] *André, Hg.* Zn-Ag accumulateur, P. 962.347 Holm. Paris, 1957.
[14] *Lange, A.* Dtsch. Bergwerks, Z. 4—9, 1934.
[15] Brevet. germ. nr. 470.240, august 1937.

Intrat în redacție la 30.8.1962

PENTRU TÎNĂRUL INGINER

Tendințe moderne în fabricarea cablurilor și conductoarelor electrice de forță

Constantin Cruceru* — București

În țara noastră, ca urmare a industrializării și electrificării, cerințele cantitative și calitative privind cablurile electrice sporesc continuu datorită modernizării cablurilor și conductoarelor electrice impuse de cerințele progresului tehnic. Una dintre problemele importante care trebuie rezolvate este creșterea numărului sortimentelor de cabluri, care se cer să fie cît mai variate și complexe. În acest scop, se impune adoptarea celor mai noi tipuri de cabluri și modernizarea tehnologiilor de fabricație.

CZ 621.315.2:621.312 (498)

Tehnica fabricării cablurilor a trecut de la folosirea exclusivă a hîrtiei, cauciucului sau a amestecurilor de cauciuc pentru izolarea cablurilor și conductelor electrice, la înlocuirea acestora cu noi materiale izolante, cum sînt materialele plastice — PCV sau polietilen — sau cauciucurile sintetice de înaltă clasă termică de izolație: butilul, neoprenul, cloroprenul etc.

Tendințe asemănătoare de raționalizare sau de înlocuire a materialelor se observă în categoria materialelor pentru mantale sau pentru straturile de protecție, unde pînă nu de mult se întrebuințau aproape exclusiv materii prime naturale ca: bumbacul, mătasea, uleiul, iuta, plumbul, benzile de oțel etc.

* Ing. C. Cruceru este inginer șef la Fabrica de cabluri și materiale electroizolante — București.

Descoperirea noilor materiale sintetice și crearea industriei de materiale plastice, ca urmare a programului de industrializare și de dezvoltare a industriei chimice din țară, pun și în fața constructorilor de cabluri electrice

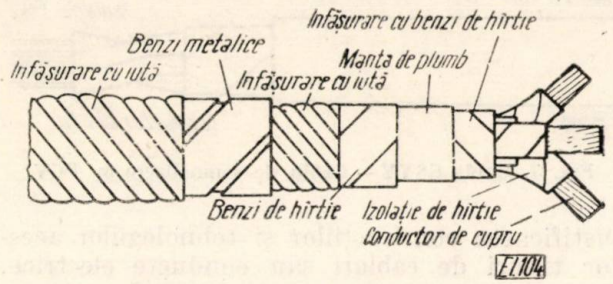


Fig. 1. Cablu de cupru cu izolație de hîrtie în manta de plumb, armat și cu înveliș protector.

probleme de o deosebită complexitate, care se cer să fie soluționate.

În primul rînd se pune chestiunea înlocuirii bumbacului, mătăsii sau hîrtiei, ca materiale de izolație, care sînt deficitare, cu materiale plastice și mai ales cu policlorură de vinil atît pentru izolarea cablurilor, cît și pentru izolarea conductoarelor electrice.

În al doilea rînd, limitele folosirii plumbului și ale uleiului impun din ce în ce mai mult introducerea în fabricație a materialelor plastice pentru mantalele și straturile protectoare ale cablurilor electrice de forță. Acestea au influențe importante de ordin constructiv și tehnologic.

În pas cu aceste tendințe, industria de cabluri electrice din țara noastră a făcut însemnate progrese. Producem majoritatea tipurilor de cabluri electrice de forță necesare economiei naționale: cabluri electrice de forță, cabluri de semnalizare, măsură și control pentru mecanizarea și automatizarea instalațiilor industriale.

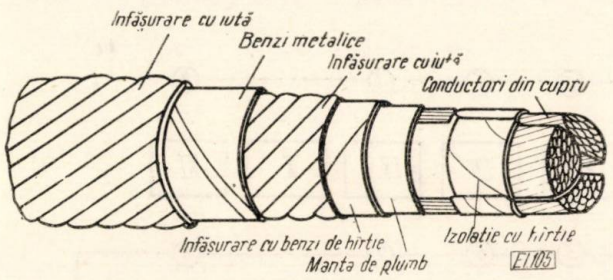


Fig. 2. Cablu de cupru sector cu izolație de hîrtie în manta de plumb, armat și cu înveliș protector.

Cablurile de forță, izolate cu hîrtie, cu vinele conductoare de construcție rotundă (fig. 1) sînt înlocuite, treptat, cu cabluri de forță cu vine conductoare de construcție sectorizată (fig. 2). Secțiunea sectorizată este de o deosebită eficiență economică, deoarece economisește peste 15—20% din materialele necesare cum sînt plumbul, materialele plastice, banda de armare și altele.

La fiecare 1 000 m de cablu de forță trifazic cu secțiunea medie 3×70 mm^2—6 kV, prin

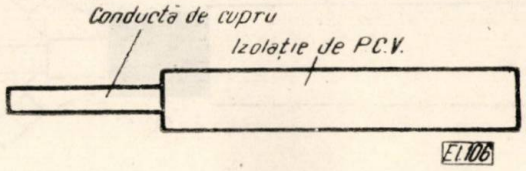


Fig. 3. Conductă de cupru cu PCV (FY).

utilizarea secțiunilor sectorizate se economisesc cel puțin 600 kg plumb, 100 kg bandă de armare. De asemenea, utilizînd PCV ca material de izolație și ca manta, plumbul se economisește la 1 000 m cablu de forță, cu secțiunea medie 3×120 mm^2—6 kV, 2 900 kg plumb, 280 kg bandă de armare, 180 kg hîrtie.

Pentru economisirea de metale feroase și neferoase (plumb și bandă de armare), o atenție deosebită s-a acordat cercetărilor științifice pentru înlocuirea unor materiale izolante, cum sînt cauciucul natural și bumbacul, la conductoarele și cablurile electrice pentru instalații fixe pînă la 1 000 V.

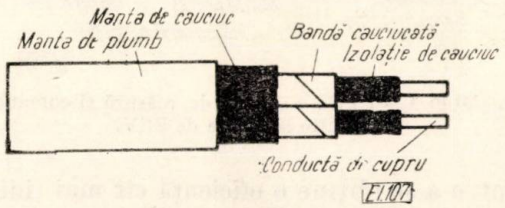


Fig. 4. Cablu CPI — Cablu de cupru cu izolație de cauciuc și manta de plumb.

Astfel, la reproiectarea conductoarelor pentru instalații fixe F 500 și AF 500 (NGA) a cablurilor electrice de forță pentru 1 000 V și a cablurilor pentru semnalizare, măsură și control, s-a avut în vedere micșorarea greutății specifice a conductoarelor și cablurilor, anume greutatea $G \frac{kg}{km}$, obținîndu-se o reducere în greutatea de 15—20%.

Construcția conductoarelor pentru instalații fixe F 500, izolate cu cauciuc și țesute cu bumbac, a fost înlocuită cu o nouă construcție mult mai economică din punct de vedere tehnologic. În prezent, asemenea conductoare se izolează cu PCV (fig. 3).

S-au reproiectat, de asemenea, cablurile de forță cu tensiunea de serviciu pînă la 1 000 V, cablurile de semnalizare și cablurile de măsură. La toate aceste cabluri electrice s-a înlocuit izolația de cauciuc sau hîrtie cu izolații și mantale de PCV, elaborîndu-se noi construcții și tehnologii.

Cablurile izolate cu cauciuc cu două sau trei fire tip CPI (fig. 4) au fost înlocuite cu cabluri izolate cu materiale plastice tip CYY

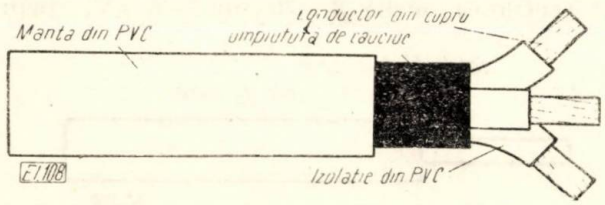


Fig. 5. Cablu CYY — Cablu de cupru cu izolație și manta de PCV.

(fig. 5). A început producția de serie a cablurilor de măsură CMYYBI (fig. 6) și de semnalizare CSYY (fig. 7) izolate în materiale plastice.

Tehnologia de fabricație, utilajele tehnologice folosite la obținerea cablurilor electrice de forță sînt, cu puține excepții, aceleași din punctul de vedere al succesiunii fazelor de lucru.

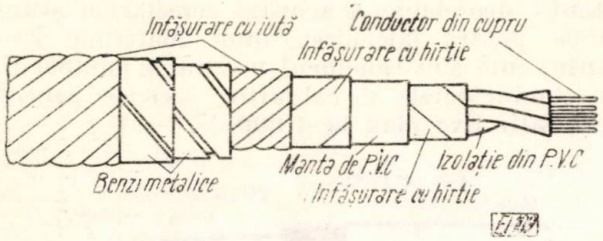


Fig. 6. Cablu CMYYBI — Cablu de măsură și comandă cu izolație și manta de PCV.

Pentru a se obține o eficiență cît mai ridicată s-au modernizat liniile tehnologice existente, și s-au introdus noi linii tehnologice care folosesc ca izolație materialele plastice. Se arată acest lucru în figura 8 și figura 9, unde se relevă componența fazelor de lucru și succesiunea acestora pentru cablurile și conductele electrice izolate cu hîrtie sau materiale plastice.

Analiza atentă a liniilor tehnologice pentru fabricarea cablurilor și conductelor electrice de forță, izolate cu materiale plastice, permite

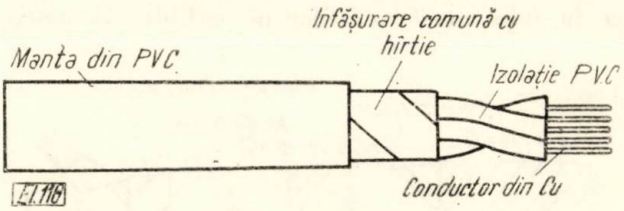


Fig. 7. Cablu CSYY — Cablu de semnalizare în PCV.

justificarea construcțiilor și tehnologiilor acestor tipuri de cabluri sau conducte electrice.

Astfel, în timp ce pentru fabricarea cablurilor de forță, semnalizare, măsură și control, izolate cu hîrtie, procesul tehnologic prevede un număr de opt faze (fig. 8, *A*, *B*), la fabricarea acelorași cabluri reproiectate cu izolație și manta de PCV, 6 faze tehnologice (fig. 9, H). Aceasta constituie un avantaj economic deosebit care se reflectă în reducerea consumului de muncă și contribuie la mărirea productivității muncii.

Introducerea în fabricație a cablurilor electrice izolate cu materiale plastice a avut ca efect, pe lîngă sporirea productivității muncii, și scăderea substanțială a prețului de cost al cablurilor electrice.

Productivitatea teoretică a utilajului tehnologic pe schimb este direct proporțională cu viteza liniară V_l și cu fondul de timp de funcționare exprimat în unitate de timp (min, ore):

$$P_t = V_l \cdot T = 480\ V_l \left[\frac{\text{m}}{\text{schimb}}\right], \qquad (1)$$

sau

$$P_t = \frac{480\ T}{1\,000} = \frac{480\ V_l}{1\,000} \left[\frac{\text{km}}{\text{schimb}}\right], \qquad (2)$$

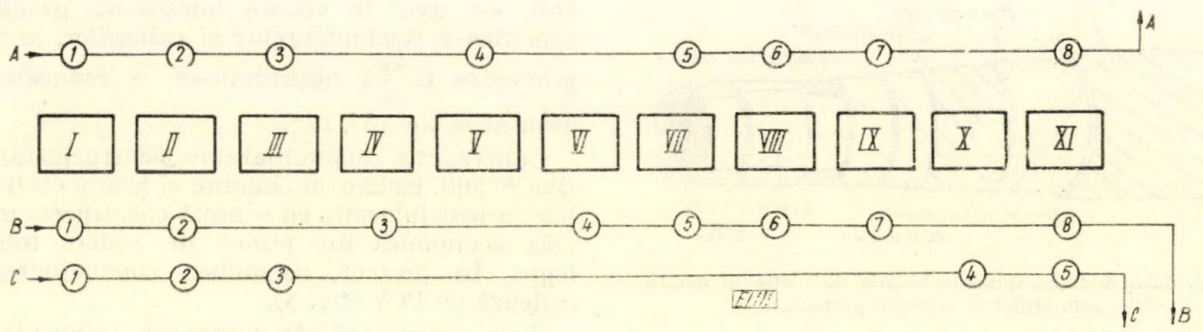


Fig. 8. Linia tehnologică pentru fabricarea cablurilor electrice de forță, cablurilor de semnalizare, măsură și control și a conductoarelor izolate cu hîrtie:

I — pregătirea sîrmei de cupru sau aluminiu și trefilarea sîrmei (mașina de trefilat); *II* — tăierea hîrtiei pentru izolat (mașina de tăiat hîrtie); *III* — cablarea sîrmei de cupru sau aluminiu în funie rotundă sau sectorizată și izolarea hîrtiei (mașina de cablat și izolat); *IV* — mașină multiplă pentru izolat cu hîrtie fire de cupru; *V* — înfunierea sau toronarea vinelor de cupru izolate; *VI* — înfunierea firelor izolate cu hîrtie ale cablurilor de semnalizare, măsură și control (mașină de toronat); *VII* — uscarea și impregnarea cablurilor de forță izolate cu hîrtie (autoclave de uscat și impregnat); *VIII* — plumbuirea cablurilor electrice (presa de plumb); *IX* — armarea cablurilor electrice (mașina de armat cu benzi de oțel); *X* — îmbrăcarea în țesătură de bumbac și impregnarea în miniu de plumb (mașina de țesut cu bumbac); *XI* — încercările fizico-mecanice (platforma de încercare); *A* — cabluri electrice izolate cu hîrtie; *B* — cabluri electrice de semnalizare, măsură și control izolate cu hîrtie; *C* — conductoare electrice pentru intemperii, izolate cu hîrtie.

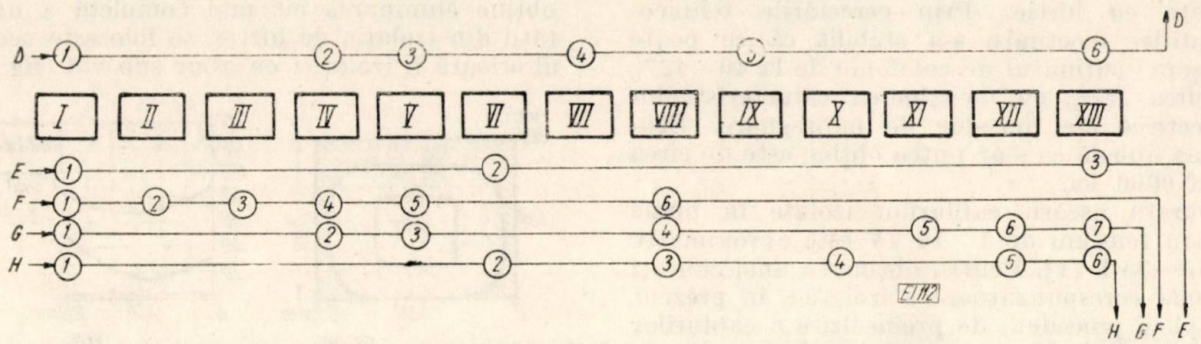


Fig. 9. Linie tehnologică pentru fabricarea cablurilor electrice de forță și a conductelor electrice pentru instalații fixe și mobile, izolate cu cauciuc sau materiale plastice:

I — mașină de trefilare a sîrmei; *II* — mașină de cablare a sîrmei de cupru sub formă de mănunchi flexibil; *III* — mașini pentru matisat cu bumbac; *IV* — mașini pentru prepararea maselor de cauciuc (valțuri și calandre); *V* — extruder pentru izolarea cu cauciuc; *VI* — extruder pentru izolarea cu PCV; *VII* — mașini pentru îmbrăcarea conductelor electrice fixe cu cauciuc în țesătură de bumbac; *VIII* — extruder pentru mantale de cauciuc; *IX* — mașină pentru impregnarea cu bitum a conductelor fixe, izolate cu cauciuc; *X* — extruder pentru mantale de materiale plastice; *XI* — presă de plumb; *XII* — mașină de armat cu benzi de oțel; *XIII* — platformă de încercare; *D* — conducte electrice pentru instalații fixe izolate cu cauciuc; *E* — conducte electrice pentru instalații fixe izolate cu PCV; *F* — conducte electrice pentru instalații mobile izolate cu cauciuc; *G* — cabluri electrice de forță izolate cu cauciuc (CPI, CPBI); *H* — cabluri electrice de forță izolate cu PCV de tip CYY, CYYBI.

unde

P_t este productivitatea teoretică a utilajului tehnologic în linia tehnologică considerată;

V_l — viteza liniară;

T — fondul total de timp al mașinii pe un schimb (în 480 min).

Dacă se ia în considerare timpul de pregătire a mașinii pentru lucru, T_{pr}, adică timpul pentru lansarea unui lot de fabricație, aproximativ 20 min, atunci productivitatea efectivă a utilajului este:

$$P_{eff} = V_l(T - T_{pr}) = V_l \cdot T_{eff}\left[\frac{\text{m}}{\text{schimb}}\right]. \quad (3)$$

În acest caz, consumul de muncă necesar pentru fabricarea unui kilometru de cablu este:

$$\theta = \frac{1}{P_{eff}} \frac{\text{h}}{\text{km}}. \quad (4)$$

Din relațiile (1 ÷ 4) se constată că, pe măsură ce productivitatea liniei tehnologice crește, consumul total de muncă în linie scade. Acest lucru este perfect realizabil în cazul liniilor tehnologice pentru fabricația cablurilor izolate în PCV, montate de curînd la fabrica de cabluri și materiale electroizolante din București.

De o importanță deosebită în îmbunătățirea calității cablurilor de forță și, în special, a cablurilor electrice izolate cu hîrtie, sînt uscarea și impregnarea izolației de hîrtie în ulei.

Dacă uscarea izolației cablului se face în autoclave, atunci umiditatea conținută în izolație depinde de timpul de uscare, după o curbă ca în figura 10.

Uscarea și impregnarea în ulei a cablurilor electrice izolate în hîrtie sînt faze tehnologice de care depinde, în mare măsură, obținerea unor parametri electrici superiori. Impregnarea îmbunătățește rezistivitatea electrică a izolației. Astfel, dacă pînă la impregnare, rigiditatea dielectrică este (3 ÷ 5) kV/mm, după impregnare devine (40 ÷ 80) kV/mm.

Cum temperatura medie de funcționare a unui cablu de forță este de 50 — 80°C, este nevoie

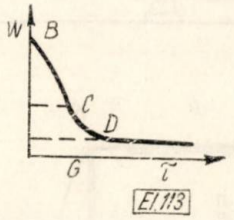


Fig. 10. Dependența conținutului de umiditate (W) al hîrtiei pentru izolație, față de timpul de uscare.

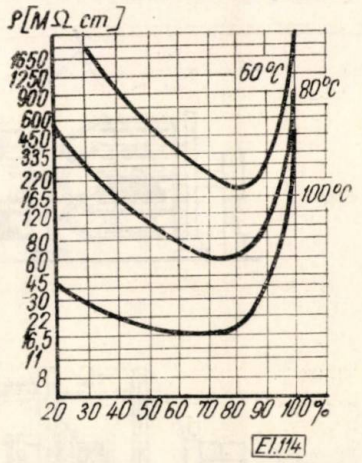


Fig. 11. Dependența rezistenței specifice a masei de impregnare, din conținutul de ulei-colofoniu, față de conținutul de colofoniu și temperatură.

ca masa de impregnare să fie la această temperatură suficient de consistentă pentru a nu se scurge din izolație. În acest scop, masele de impregnare folosite la cablurile fabricate în țară sînt de 4 ÷ 6°E.

Un rol important pentru asigurarea unei calități corespunzătoare a izolației de hîrtie îl are rezistența specifică a maselor de impregnare, care, în cazul uleiurilor indigene folosite în fabricație, variază în funcție de conținutul de ulei ca în figura 11.

S-au efectuat numeroase cercetări de micșorare a conținutului de colofoniu din masele de ulei folosite la cablurile de forță indigene

izolate cu hîrtie. Prin cercetările tehnico-științifice efectuate s-a stabilit că se poate micșora conținutul de colofoniu de la 40—42% la circa 15%, cu menținerea caracteristicilor dielectrice ale maselor de impregnare. Economia anuală ce s-ar putea obține este de circa 1 000 0000 lei.

Durata uscării cablurilor izolate în hîrtie pentru tensiuni de 1—10 kV este aproximativ de 15—35 h [1]. Pentru obținerea unei calități cît mai corespunzătoare a izolației, în prezent se aplică procedeul de preîncălzire a cablurilor electrice de forță cu curent electric.

Experiența obținută pînă în prezent arată importanța pe care o are uscarea concomitentă a izolației de hîrtie cu ajutorul curentului electric și în vid direct în autoclavă.

Măsurînd temperatura în coșurile de impregnare după 5 h și 45 min la un cablu de 3×70 mm²—6 kV, se constată că repartiția temperaturii se face ca în figura 12, în cazul cînd încălzirea se face cu curent. Analiza atentă a repartiției de temperatură în coșurile cu cablu arată că încălzirea cu curent electric uniformizează căldura în întreaga masă a cablului, permițînd o uscare cît mai bună. Pentru a obține eliminarea cît mai completă a umidității din izolația de hîrtie, se folosește uscarea ulterioară a izolației cu abur sub vid (fig. 13).

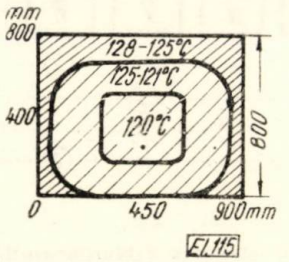


Fig. 12. Variația temperaturii din coșul cu cabluri de 3 × 70 mm²—6 kV după 5 ore și 45 de minute; încălzirea cablului cu curent.

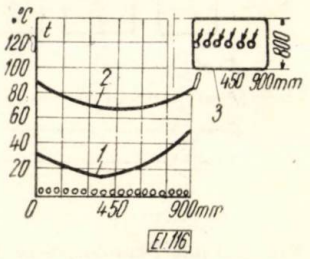


Fig. 13. Variația temperaturii în coșul cu cablu de 3×10 mm² — 1 kV.

Temperatura maximă atinsă la periferia coșului cu cablu, după 54 h, este de cca. 80—90°C (fig. 13).

S-a stabilit că, practic, calitatea uscării este mai bună dacă mărimea vidului este de 70—30 mm Hg pentru cabluri cu tensiunea 1—6 kV sau 10 mm Hg pentru cabluri cu tensiunea 10 kV.

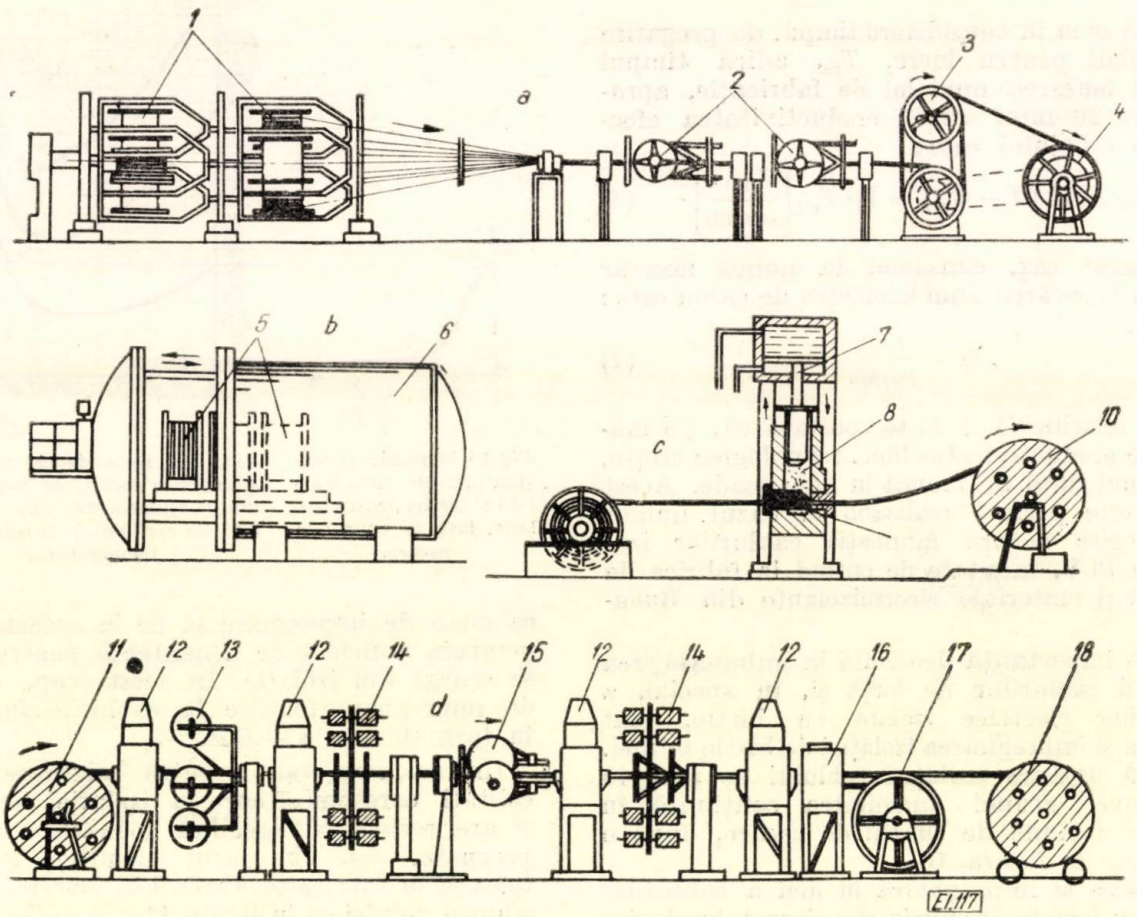


Fig. 14. Schema procesului tehnologic de fabricare a cablurilor electrice de forță, izolate cu hîrtie:

a — răsucirea totală a miezului; *1* — colivii cu conductoare izolate; *2* — benzi de hîrtie pentru înfășurarea comună; *3* — dispozitiv de tracțiune; *4* — tambur de înrolare; *b* — uscarea miezului; *5* — tamburi; *6* — autoclavă de uscare; *c* — plumbuirea miezului; *7* — piston, presă; *8* — plumb; *9* — dorn; *10* — tambur de înrolare; *d* — armarea cablului; *11* — tambur de rulare; *12* — băi bitum; *13* — dispozitiv de înfășurare și benzi de hîrtie; *14* — dispozitiv înfășurare iută; *15* — benzi de armare; *16* — baie soluție cretă; *17* — roată tracțiune; *18* — tambur de înrolare.

Din datele obținute rezultă că temperatura optimă care trebuie să domine în autoclavă, în timpul uscării, este de 120—135°C.

Ca să se obțină o protecție corespunzătoare, cablurile de forță izolate cu hîrtie se plumbuiesc, se armează și se bandajează în iută (fig. 14).

Figura 14 ilustrează succesiunile tehnologice ale fabricației cablurilor de forță izolate cu hîrtie. Funia de cupru sau aluminiu, obținută pe mașina *14 a*, se izolează pe aceeași mașină și apoi se impregnează în autoclava *14 b*. După uscare și impregnare, cablul se plumbuiește la presa *14 c* și apoi se armează pe instalația de armare *14 d*.

În comparație cu linia tehnologică pentru fabricarea cablurilor izolate cu hîrtie, în figura 15 se constată că, după izolarea sîrmei de cupru, izolare care are loc pe extruderul cu materiale plastice *15 a*, vinele de cupru izolate se înfuniază în cuarte și în toroane pe instalațiile *15 b* și *15 c*, după care se introduc într-o manta de PCV pe extruderul *15 d*, ne mai fiind nevoie de plumbuire și se armează pe mașina de armat *15 e*.

Examinarea critică a construcției cablurilor de forță, în special pentru tensiuni de serviciu pînă la 10 kV, arată că este mult mai avantajos să fie fabricate cu materiale plastice (fig. 15) deoarece:

a) cheltuielile de investiții specifice pe metrul pătrat pentru utilaje și spații productive

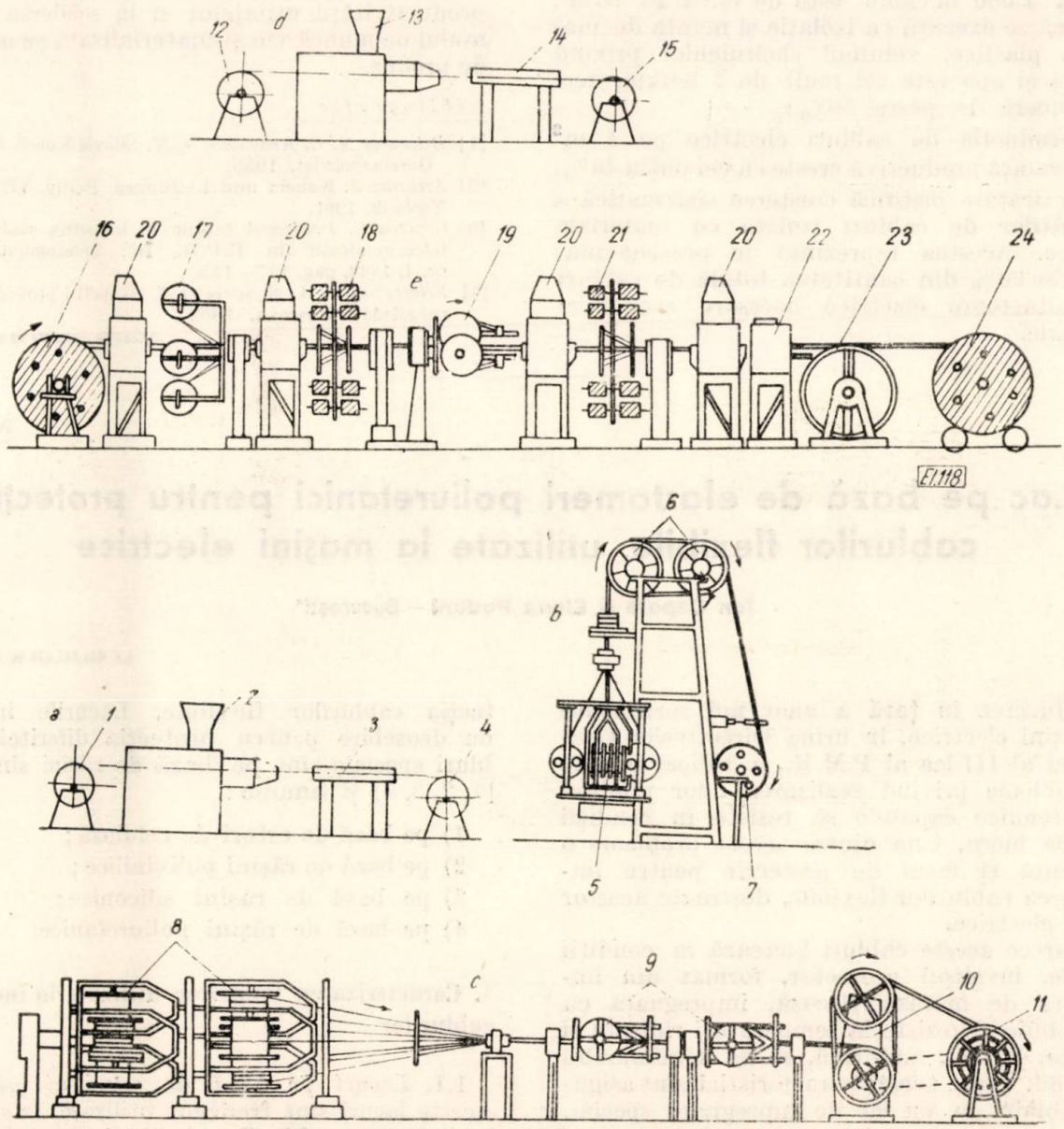


Fig. 15. Schema pentru tehnologia de fabricare a cablurilor electrice de semnalizare izolate cu materiale plastice:

a — mașină de extrudere; *1* — tambur de rulare; *2* — coș de alimentare cu granule de materiale plastice; *3* — dispozitiv de răcire; *4* — tambur de înrolare; *b* — răsucirea conductoarelor izolate, în cuartă; *5* — dispozitiv de răsucire; *6* — roți de ghidare; *7* — tambur de înrolare; *c* — răsucirea totală a miezului; *8* — colivii cu conductoare; *9* — benzi de hîrtie pentru înfășurarea comună; *10* — dispozitiv de tracțiune; *11* — tambur de înrolare; *d* — mașină de extrudere; *12* — tambur de rulare; *13* — coș de alimentare cu granule de materiale plastice; *14* — dispozitiv de răcire; *15* — tambur de înrolare; *e* — armarea cablului; *16* — tambur de derulare; *17* — dispozitiv de înfășurare cu benzi de hîrtie; *18* — dispozitiv de înfășurare lată; *19* — benzi de armare; *20* — băi bitum; *21* — dispozitiv de înfășurare iută; *22* — baie soluție cretă; *23* — roată tracțiune; *24* — tambur de înrolare.

de producţie sînt mai mici cu cel puţin 30%. Nu mai este nevoie de prese de plumb şi instalaţii de uscare şi impregnare, care sînt foarte costisitoare (figura 14 şi figura 15);

b) cheltuielile de exploatare sînt, de asemenea, inferioare în cazul exploatării liniilor tehnologice cu materiale plastice, micşorîndu-se sensibil cheltuielile cu întreţinerea mecanică şi cheltuielile de energie (apă, energie electrică, abur, aer comprimat).

Este suficient să fie dat ca exemplu cablul de 3×70 mm^2 6 kV. Dacă acest cablu se izolează cu hîrtie, se plumbuieşte şi se armează, volumul cheltuielilor privind energia şi apa pentru 1 000 m/cablu este de circa 15 lei/m, iar dacă se execută cu izolaţie şi manta de materiale plastice, volumul cheltuielilor privind energia şi apa este cel mult de 7 lei/km, deci o reducere de peste 50%;

c) producţia de cabluri electrice pe 1 m^2 de suprafaţă productivă creşte cu cel puţin 40%.

Cele arătate justifică creşterea sistematică a cantităţilor de cabluri izolate cu materiale plastice. Acestea reprezintă în prezent mai mult de 60% din cantitatea totală de cabluri şi conductoare electrice necesare economiei naţionale.

Concluzii

Din consideraţiile făcute în această lucrare rezultă atenţia care trebuie acordată modernizării continue a diferitelor tipuri constructive de cabluri electrice de forţă. Utilizarea materialelor plastice simplifică construcţia cablurilor şi conductoarelor electrice, micşorînd greutatea şi preţul de cost al acestora. Prin adoptarea procedeelor tehnologice organizate pe linii tehnologice, se asigură utilizarea mai bună a capacităţilor de producţie, încărcarea judicioasă şi economică în fabricarea fiecărui utilaj tehnologic, în parte, şi reducerea cheltuielilor de exploatare.

Aceasta contribuie la creşterea continuă a productivităţii utilajelor şi la scăderea consumului de muncă vie şi materializată pe unitatea de produs.

Bibliografie

[1] *Belorusov N. I., Krasolkin V. N.* Silovîe Kabeli. Moscova, Gosenergoizdat, 1955.
[2] *Artbauer J.* Kabeln und Leitungen. Berlin, VEB Verlag Technik, 1961.
[3] *Cruceru C.* Progresul tehnic în industria cablurilor de telecomunicaţii din R.P.R. În: Telecomunicaţii, 6, nr. 4, 1962, pag. 177–183.
[4] *Privezentev V. A.* şi *Sarle D. L.* Kabeli i provoda. Gosenergoizdat, Moscova, 1962.

Intrat în redacţie la 6.12.1962

NOTE

Lac pe bază de elastomeri poliuretanici pentru protecţia cablurilor flexibile, utilizate la maşini electrice

Ion Capotă şi Elena Podani — Bucureşti*

CZ 621.315.616.96:621.315.514

Producerea în ţară a unor noi sortimente de maşini electrice, în urma Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R., a ridicat o serie de probleme privind realizarea unor produse electrotehnice capabile să reziste în condiţii grele de lucru. Una dintre aceste probleme o reprezintă şi lacul de protecţie pentru impregnarea cablurilor flexibile, destinate acestor maşini electrice.

Deoarece aceste cabluri lucrează în condiţii speciale, învelişul protector, format din împletitură de mătase viscoză, impregnată cu lac, trebuie să reziste la temperaturi ridicate şi coborîte, la ulei, motorină, să fie neinflamabil şi flexibil. Toate aceste caracteristici sînt asigurate cablului de un lac de impregnare special.

Datele din literatură oferă foarte puţine informaţii asupra lacurilor folosite pentru protecţia cablurilor flexibile. Lacurile indicate cu deosebire pentru protecţia diferitelor cabluri speciale sînt pe bază de răşini sintetice, [1, 2, 3, 4] şi anume:

1) pe bază de esteri de celuloză;
2) pe bază de răşini polivinilice;
3) pe bază de răşini siliconice;
4) pe bază de răşini poliuretanice.

1. Caracterizarea lacurilor utilizate în industria cablurilor

1.1. *Lacuri pe bază de esteri ai celulozei.* Aceste lacuri sînt frecvent utilizate, în special, în industria cablurilor auto şi se obţin prin prelucrarea chimică a celulozei. Cele mai importante dintre derivatele celulozei sînt: nitroceluloza, acetatul de celuloză şi acetobutiratul de celuloză.

* Ing. *I. Capotă* este cercetător principal la I.C.E.T.
Ing. *E. Podani* este cercetător la acelaşi institut.

Lacurile pe bază de nitroceluloză sînt rezistente la ulei, benzină, ozon, şi cu rezistenţă mecanică bună, dar sînt inflamabile.

Cele pe bază de acetat de celuloză, pe lîngă proprietăţile indicate mai sus, nu sînt inflamabile.

Lacurile pe bază de acetobutirat de celuloză au o răspîndire mai largă, fiind în plus mai rezistente la apă, la frig, şi sînt foarte elastice.

1.2. *Lacuri pe bază de răşini polivinilice.* Rezistenţa bună a polimerilor vinilici faţă de agenţii chimici, faţă de ozon, a permis să se încerce posibilităţile lor de utilizare ca materie primă pentru lacuri. Un mare dezavantaj al acestor lacuri îl constituie faptul că nu pot fi utilizate decît în domenii limitate de temperatură (−15 la +50°C),[5].

1.3. *Lacuri pe bază de răşini siliconice.* Lacurile de impregnare pe bază de răşini siliconice sînt caracterizate printr-o rezistenţă bună la umiditate, temperaturi ridicate şi scăzute, rezistă la influenţa ozonului şi a razelor ultraviolete.

Se utilizează, în general, pentru conductoare şi cabluri care lucrează la temperaturi ridicate sau în climă tropicală.

1.4. *Lacuri pe bază de elastomeri poliuretanici.* Lacurile pe bază de elastromeri poliuretanici sînt caracterizate printr-o peliculă rezistentă (la frecare, la ozon, ulei, benzină,) elastică şi cu bune proprietăţi mecanice.

Aceste lacuri s-au utilizat, în ultimul timp, foarte mult pentru protecţia cablurilor [6], [7]. Se cunosc diferite denumiri comerciale pentru elastomerii poliuretanici, ca vulcapren, chemigum S şi moltopren.

Lacurile care dau pelicule elastice, lucioase (ce protejează contra ozonului, uleiurilor şi benzinei) au fost preparate pe bază de elastomeri poliuretanici, cărora li s-au mărit rezistenţa la abraziune şi duritatea prin adăugarea de acetat de celuloză.

În lucrarea de faţă dăm rezultatele experimentale obţinute la ICET, privind realizarea unui lac special, pe bază de elastomeri poliuretanici şi acetat de celuloză, care a fost încercat pentru protecţia cablurilor flexibile.

2. Incercarea lacurilor utilizate în ţară pentru conductoare şi cabluri

În prima etapă s-au încercat lacurile produse în ţară de către LCCIC şi unele lacuri importate. Cu fiecare lac s-au impregnat cabluri de diferite secţiuni (2,5 mm², 6 mm² etc.).

S-au făcut mai multe impregnări; după fiecare impregnare cablul a fost uscat în condiţiile specifice fiecărui lac. Cablurile impregnate au fost încercate dacă corespund condiţiilor tehnice cerute de normele în vigoare şi care sînt indicate în tabela 1.

Tabela 1

Condiţii tehnice pentru stratul protector al cablurilor flexibile [8]

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Condiţii de admisibilitate
1	Curenţi de scurgere la 2 000 V după 10 s de la aplicarea tensiunii	mA	secţiunea cablului pînă la : 2,5 mm 5; 6—16 7,5; 35—95 10,10; 100—400 20
	—Tensiunea de formare a căilor de scurgere	V	minimum 7 000
	— Tensiunea de conturnare în aer	V	minimum 10 000
2	Rezistenţa la temperatura de 90°C, timp de 2h		pelicula nu trebuie să fie fluidă, lipicioasă; trebuie să rămînă elastică
3	Rezistenţa la frig, la temperatura de −30°C, timp de 6h		pelicula nu trebuie să aibă crăpături; trebuie să-şi păstreze elasticitatea

Din încercările făcute pe cablurile impregnate cu lacuri produse în mod curent în ţară, care sînt pe bază de esteri ai celulozei şi răşini polivinilice („plastisoli"), a rezultat că peliculele stratului protector nu corespund în special la încercarea la curenţii de scurgere şi tensiunea de străpungere. Din această cauză s-a trecut la experimentarea unor lacuri pe bază de elastomeri poliuretanici, care, după datele din literatură, urmau să dea peliculei de protecţie a cablurilor flexibile cele mai bune proprietăţi mecanice şi electroizolante.

După o serie de încercări în laborator s-a ajuns la un lac de impregnare pentru cabluri de acest tip, lac avînd la bază elastomeri poliuretanici şi acetat de celuloză. Deoarece aceste materiale încă nu se fabrică industrial în ţară, s-au folosit materiale importate (vulcapren AC—160), iar ca acetat de celuloză, lacul L002—41, fabricat în ţară, care este pe bază de acetat de celuloză.

3. Prepararea lacului de impregnare pentru cabluri

Materiile prime folosite la prepararea lacului sînt indicate în tabela 2.

a) *Elastomerii poliuretanici.* Ca elastomer poliuretanic s-a utilizat produsul denumit vulcapren AC-160, provenit din import, care are următoarele caracteristici:

— aspect şi culoare — masă solidă de culoare gălbuie;

— solubilitate — solubil în acetonă;

— conţinut de azot — 1,60%.

b) *Agentul de vulcanizare.* Ca agent de vulcanizare s-a folost triizocianatul de trifenilmetan,

Tabela 2

Nr. crt.	Substanțele utilizate	Proveniența	Norma din prospect	Cantitatea, kg
1	Elastomer poliuretanic	import	prospect nr. 18 ICI	20
2	Acetonă	R.P.R.	STAS 58–50	100
3	Lac incolor L002–41	R.P.R.	N. I. 306–61	30
4	Agent de vulcanizare	import	prospect BASF	13,5
5	Colorant:			1,00–2
	a) Oxid roșu de fier	R.P.R.		1,00–2
	b) Heliogen-blau			
6	Diluant D002–1	R.P.R.	STAS 3122–56	50

denumit comercial „Desmodur R", care are următoarele caracteristici:

— aspect și culoare — lichid de culoare maro;
— conținut de solvenți — 59,4%;
— conținut de azot — 10,4%.

Celelalte materii prime se găsesc în țară și caracteristicile lor sînt indicate în normele respective.

Lacul a fost preparat în laborator, operațiile principale de pregătire fiind următoarele: pregătirea elastomerului, dizolvarea, amestecarea, colorarea (pigmentarea), filtrarea, diluarea, introducerea agentului de vulcanizare.

Elastomerul fiind un produs solid, care se dizolvă greu, el trebuie supus în prealabil la masticare. Această operație se face pe valțuri avînd temperatura de 40°C, timp de trei minute. Elastomerul vălțuit se taie în fîșii înguste și se introduce în vasul de dizolvare.

Dizolvarea elastomerului se face în acetonă, într-un vas închis cu agitator. În medie, operația durează circa o oră.

Pentru mărirea proprietăților adezive ale lacului, se introduce, în soluția preparată din elastomer, acetat de celuloză, în cazul nostru sub formă de lac L002–41, amestecîndu-se soluțiile de elastomer cu lacul menționat. În cazul utilizării acetatului de celuloză, acesta se dizolvă în acetonă și apoi se adaugă sub agitare. Culoarea lacului se obține adăugînd colorantul în cantitatea dorită, pînă se obține o pastă omogenă.

Această pastă se introduce apoi în restul lacului aflat în vasul de amestecare și se omogenizează pînă la obținerea unei soluții uniform colorate. După această operație se filtrează la temperatura de 30–50°C.

Dacă lacul obținut este prea vîscos, se diluează pînă la viscozitatea dorită.

Lacul preparat astfel nu poate fi utilizat pentru impregnare, deoarece nu conține în el agentul de vulcanizare.

O dată introdus, agentul de vulcanizare începe să acționeze și lacul trebuie să fie utilizat în maximum șapte ore.

Tabela 3

Condiții tehnice cerute lacului pe bază de elastomeri poliuretanici

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Condiții de admisibilitate	Metode de încercare
1	Aspect și culoare		omogen, culoare roșu-brun sau albastru	
2	Viscozitatea cu VZ-4 la 20°C ± 5° maximum	s	30–40	N.I.880–60 [9]
3	Impurități mecanice		lipsă	N.I.880–60
4	Timpul de uscare la 70°C maximum	min	5	N.I.880–60
5	Elasticitatea după un timp de 24 h la 100°C	nr. for	flexibilă la îndoire la 180°	N.I.880–60
6	Capacitatea de impregnare		10	N.I.880–60

Tabela 4

Rezultatele obținute pe cabluri flexibile impregnate cu lacul poliuretanic

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Caracteristici obținute V–12								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Curenți de scurgere	mA	sub 1,5	sub 1,5	sub 1,5	sub 1,5	sub 1,5	sub 1,5	sub 1,5	1,1	—
2	Tensiunea de străpungere sau conturnare	kV	14,8	13,5	16,5	17	16,5	20	10	16	—
3	Rezistența la motorină la 20°C după 24 h, după 48 h, după 72 h, după 96 h, după 120 h		corespunde								
4	Rezistența la uleiuri minerale (grupa 408–410)		corespunde								
5	Rezistența la flacără (lungimea de ardere 50 mm după luarea flăcării)		corespunde								
6	Rezistența la temperatura de 90°C timp de 2 h		corespunde								
7	Rezistența la frig –30°C, 24 h		corespunde								

De aceea este preferabil ca agentul de vulcanizare să fie introdus numai în cantitatea de lac care se utilizează, restul lacului (fără agent de vulcanizare) fiind păstrat în vase bine închise, ferite de lumină solară şi de umiditate.

Lacul obţinut corespunde condiţiilor tehnice indicate în tabela 3.

4. Rezultatele încercărilor

Lacul preparat, aplicat pe cablu, dă o peliculă care corespunde condiţiilor din tabela 3.

Prezentăm mai jos rezultatele încercărilor obţinute pe cabluri cu secţiunea de 2,5 mm², cu lacul pe bază de elastomer poliuretanic (tabela 4), în comparaţie cu rezultatele obţinute pe cablul importat (tabela 5).

Tabela 5

Rezultatele obţinute pe cabluri flexibile importate

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Caracteristici obţinute		
			1	2	3
1	Curenţi de scurgere	mA	5	5	5
2	Tensiunea de străpungere sau conturnare	kV	7	20	7,5
3	Rezistenţa la motorină la 20°C după 24 h, 48 h, 72 h, 92 h, 120 h		nu corespunde		
4	Rezistenţa la uleiuri minerale (grupa 408—410)		nu corespunde		
5	Rezistenţa la flacără		corespunde		
6	Rezistenţa la temperatura de 90°C timp 2 h		corespunde		
7	Rezistenţa la frig — 30°C, 24 h		corespunde		

5. Concluzii

Din rezultatele obţinute cu noul lac pe bază de elastomeri poliuretanici se pot trage concluziile următoare:

5.1. Lacul preparat pe bază de elastomeri poliuretanici şi esteri ai celulozei, aplicat pe cablurile flexibile, conferă acestora o protecţie foarte bună la motorină, la uleiuri minerale, la temperaturi ridicate, la temperaturi scăzute, la ozon şi o rezistenţă de izolaţie foarte bună.

De asemenea, pelicula nu întreţine arderea şi este foarte flexibilă.

5.2. Tehnologia de aplicare a lacului este cea obişnuită pentru lacurile de protecţie a cablurilor. Uscarea cablului impregnat cu lac se face la temperatura de 60°C şi permite utilizarea procedeelor clasice de uscare (pe maşinile de impregnare verticale sau orizontale).

5.3. Pelicula de lac are o aderenţă foarte bună pe materialele textile, pe cauciuc, care formează o parte din elementele constructive ale cablurilor flexibile, utilizate în industria constructoare de maşini.

Bibliografie

[1] *Constantinov, M. N.* Tehnologhia proizvodatva cebelnîh, rezinovoi izoliaţii. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1951.

[2] *Leibnitz, E.* Folosirea raţională şi încercarea lacurilor electroizolante (trad. din limba germană), 1955.

[3] *Champetier, C., Rabate, H.* Chimie des peintures, vernis et pigments. Paris, Dunod, 1956.

[4] *Andrianov, K. A.* Viskomolekularnîe soedinenia elektriceskoi izoliaţii. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat 1961.

[5] *Goldenberg, M. R.* Prelucrarea maselor plastice. Bucureşti, Editura tehnică, 1959.

[6] *Dombrov, A.* Poliurethanes Rheinhold plastics applications, 1957.

[7] * * * Prospectele firmei „Imperial Chemical Industries". In: Tehnical information (rubber), nr. 18, 19, 21, 28.

[8] * * * Caiet de sarcini S.B.B. 403—5 (Elveţia).

[9] * * * N.I. 880—60. Lacuri electroizolante.

Intrat în redacţie la 25.9.1962

DIN EXPERIENŢA U.R.S.S.

Linii automate cu flux circular

CZ 621.312.001.5(47)

În secţia liniilor automate cu flux circular a Institutului unional de cercetări ştiinţifice în domeniul tehnologiei construcţiilor de maşini şi aparate electrice se proiectează şi se construiesc maşini de înaltă productivitate şi linii de tip automat cu flux circular. Tot aici se încheie lucrări privitoare la elaborarea liniilor automate cu flux circular pentru fabricarea pieselor metaloceramice cu forţe de presare pînă la 10 t.

Pînă acum, armătura electromagnetului pentru aparatele electrice se strunjea din bare pe strunguri automate cu un singur ax principal, rezultînd cantităţi mari de deşeuri de metal. Astăzi, la fabrica de aparataj electric din Kursk, aceste piese se produc pe şase strunguri automate. O maşină automată cu flux circular, construită la institut, presează armătura electromagnetică de pulbere de fier.

Suprafaţa pe care o ocupă maşina automată cu flux circular este egală cu suprafaţa unui singur strung automat. În fiecare secundă, maşina produce o armătură. Productivitatea muncii creşte cu 1 800%.

Maşina automată cu flux circular va permite întreprinderii să economisească mînă de lucru, să facă economii de metal, să reducă suprafaţa de producţie. Preţul de cost al unei singure armături se reduce de patru ori.

Recent, s-a terminat proiectul şi s-a început fabricarea liniei automate cu flux circular pentru producerea pieselor din materiale plastice pe bază de fenol şi aldehidă formică, prin metoda turnării.

În prezent, piesele confecţionate din acest material plastic pentru aparatele electrice sînt presate cu ajutorul preselor universale sau semiautomate. Această metodă necesită multă manoperă. Institutul a rezolvat o problemă tehnică complexă; a construit o presă automată cu funcţionare în flux circular, cu mai multe poziţii, avînd la fiecare poziţie forţe de presare pînă la 100 t, elaborînd şi aplicînd un sistem cu totul nou al ordinei de închidere a forţelor utile. Aceasta a permis, pentru prima oară în practica mondială a construcţiilor de maşini electrice, să se proiecteze o linie automată cu flux circular

pentru presarea pieselor de materiale plastice termoreactive, prin metoda turnării.

În liniile automate cu flux circular se folosesc matriţe obişnuite, putîndu-se presa orice piesă, pentru aceasta fiind necesară numai schimbarea matriţelor. Caracterul universal al liniilor permite înlocuirea lor în serii mari şi înzestrarea cu aceste linii a majorităţii fabricilor care produc piesele de materiale plastice.

Introducerea unei asemenea linii automate cu flux circular permite să se economisească anual de la 10 pînă la 70 000 ruble la fiecare întreprindere.

Asupra tehnologiei maşinilor electrice de puteri mari

La secţia tehnologiei maşinilor electrice de puteri mari s-a realizat o instalaţie pentru calarea şi scoaterea bandajelor la turbogeneratoarele de putere. Instalaţia va fi introdusă la fabrica ..Electrotiajmas" din Harkov şi „Elektrosila" din Leningrad.

Aici s-a păşit la crearea principială a unui produs tehnologic nou de asamblare a miezurilor statoarelor turbogeneratoarelor de mare putere, de 100—150—200 şi 300 mii kW. Noua tehnologie de asamblare a maşinilor electrice de puteri mari mecanizează operaţiile principale.

În prezent se fac cercetări şi studii cu privire la căile noi de mecanizare a operaţiilor.

In laboratorul tehnologiei de perspectivă

În acest laborator, cercetătorii se ocupă cu elaborarea unor procese tehnologice de perspectivă în vederea înlocuirii celor actuale. Tot aici, pentru prima oară în U.R.S.S., a început să se aplice metoda nouă de acoperire cu izolaţie a aparatelor electrice prin pulverizarea turbionară a materialelor polimere.

Dacă, în mod obişnuit, izolarea subansamblului cremalieră-ax durează cel puţin 1 1/2—2 ore, acoperirea nouă izolantă se face de zeci de ori mai repede decît cea anterioară. Aceasta face posibil să se reducă gabaritele maşinilor şi aparatelor electrice şi să se economisească o mare cantitate de cupru. Pretutindeni, atît la toate întreprinderile sovietice ale industriei electrotehnice, cît şi în alte ţări, procesele de impregnare şi uscare ale înfăşurărilor maşinilor electrice sînt separate în spaţiu şi în timp. Întîi se face impregnarea, apoi uscarea.

În laborator s-a reuşit să se elaboreze o nouă tehnologie: să se cumuleze procesele de impregnare şi de uscare a indusurilor şi a statoarelor. În timpul încălzirii piesei prin inducţie, aceasta este impregnată prin metoda stropirii. Pentru aceasta se folosesc instalaţii economice cu gabarite mici şi simple din punct de vedere constructiv. Noua metodă este elaborată pentru prima oară în lume. Ea măreşte productivitatea de 7—8 ori.

Nou proces tehnologic

Pentru prima oară în producţia mondială a fabricării produselor metaloceramice a fost elaborat, la institut, procesul tehnologic de introducere în presă a zincului din faza gazoasă. Aici se fabrică piesele electroceramice cu alamă, iar în compoziţia acestor piese poate intra fierul într-un procent pînă la 50%, fapt care permite economisirea unor însemnate cantităţi de metal neferos. Se amplifică procesul de producţie (tehnologic). Astfel, la fabricarea produselor metaloceramice se folosesc deşeuri — şpan de alamă. Această tehnologie de fabricaţie a pieselor metaloceramice a fost elaborată la institut pentru prima oară în practica mondială.

Instalaţie de dispecer automatizată

La institut a fost întocmit un proiect de perfecţionare a organizării comenzii producţiei în al patrulea atelier de fabricaţie a aparatelor. Recent, la Uzina electromecanică din Harkov s-a aprobat un plan grafic de lucrări în colaborare cu institutul, privind introducerea acestui proiect.

În atelier se vor folosi o instalaţie de dispecer automatizată şi alte mijloace pentru tehnica comenzii.

În atelierul experimental al institutului s-a început fabricarea instalaţiei de mai sus. Această instalaţie este destinată pentru controlul şi reglajul operativ al mersului producţiei.

Cu ajutorul aparatelor montate la pupitrul de comandă se ţin evidenţa şi controlul fabricării pieselor din atelier în orice interval de timp.

Pentru a preveni la timp pe dispecer asupra necesităţii de completare cu piese şi subansambluri s-a elaborat o instalaţie automată de semnalizare la pupitrul de comandă asupra lipsei cantităţii normate de rezerve curente la toate poziţiile din magaziile de materiale.

Cu ajutorul aparatelor se poate fixa apariţia sau posibilitatea apariţiei golurilor de lucru la benzile rulante ale atelierului, cu indicarea motivării şi duratei de întrerupere. Se asigură operativitatea înlăturării întreruperilor. La pupitru se montează şi o serie de alte aparate pentru reglarea mersului procesului de fabricaţie.

O. Kulikov — Harcov

RECENZII

CZ 621.313-3.013

K a z o v s k i j, E. I. **Procese tranzitorii în maşini electrice de curent alternativ.** Moscova-Leningrad, Editura Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1962, 624. pag. Redactor responsabil: Acad. M. P. Kostenko.

Materialul de bază al lucrării recenzate este încadrat în 18 capitole (505 pag.); în plus, o serie de probleme sînt expuse mai dezvoltat într-un număr de 12 anexe (93 pag.) .Bibliografia se referă la un număr de 508 lucrări, dintre care 288 — din literatura de limbă rusă; 141 — din literatura de limbă engleză; 61 — din literatura de limbă germană; 18 — din literatura de limbă franceză.

În introducere (primul capitol), autorul caracterizează importanţa proceselor tranzitorii în exploatarea maşinilor de c. a, stabileşte categoriile importante de procese tranzitorii, scoate în evidenţă efectele termice, mecanice şi de supratensiune asupra maşinilor, precum şi cerinţele de care se ţine seamă la construcţia maşinilor spre a face faţă acestor solicitări. În continuare, se schiţează metodologia de analiză a proceselor tranzitorii din maşinile de c.a., caracteristica teoriei moderne, ecuaţiile operaţionale generale complexe ale maşinii sincrone, pe care autorul le numeşte, ca şi alţi autori sovietici „ecuaţiile Park-Gorev" arătînd că, pentru rezolvarea acestor ecuaţii, se aplică numeroase funcţii speciale din aparatul matematic modern (funcţii eliptice, Bessel, Fresnel etc.). Foarte scurt se conturează procesele electromagnetice care se desfăşoară în maşinile de c.a. în regim permanent de funcţionare, insistîndu-se asupra diagramei cercului, schemelor electrice echivalente, diagramelor vectoriale ale tensiunilor, unităţilor relative folosite, mărimilor complexe reprezentative, şi asupra fenomenului oscilaţiilor rotorului maşinii sincrone.

În legătură cu problemele expuse în acest capitol se impun următoarele observaţii:

a) pentru o lucrare de amploarea celei recenzate, precizarea schemei metodologice şi a noţiunilor fundamentale pe care se va sprijini este de o importanţă excepţională;

b) deşi autorul a căutat să insiste asupra momentelor esenţiale ale teoriei moderne, după părerea noastră el a rămas tributar teoriei clasice, în expunerea multor probleme, nereuşind să pună în lumină: semnificaţia fizică a mărimilor învîrtitoare reprezentative, în special în ceea ce priveşte legătura acestora cu mărimile instantanee din înfăşurări; sistemele de unităţi relative, care se folosesc în teoria maşinilor de c.a., avantajele şi dezavantajele acestora etc.; deşi autorul subliniază că, pentru transcrierea ecuaţiilor operaţionale dintr-un sistem de coordonate în alt sistem de coordonate, foloseşte teorema deplasării a lui Heaveside, atribuindu-i

acestei metode anumite avantaje în raport cu transcrierea matricială, după părerea noastră în acest fel aspectul fizic este complet estompat şi mult mai accesibilă, în cazul maşinilor electrice, este interpretarea geometrică; folosind ecuaţiile generale în sistemul *d*, *q*, *o*, ar fi fost indicat să se sublinieze diferitele posibilităţi de scriere a acestor ecuaţii să se arate şi să se motiveze preferinţa autorului pentru una dintre aceste forme, făcîndu-se referire la discuţia consacrată acestei probleme de revista Electricestvo în decursul anilor 1959—1962; autorul nu-şi precizează, de asemenea, poziţia în privinţa modului cum introduce mărimile reprezentative Lyon (mărimi reprezentative temporale) şi Ianko-Triniţkij (mărimi reprezentative spaţiale), în consecinţă lăsînd nelămurită problema corelaţiei dintre defazajele temporale şi spaţiale în maşinile electrice, nelămurire care, după părerea noastră, generează foarte multe confuzii în literatura de specialitate. În sfîrşit, vorbind de ecuaţiile Park-Gorev, autorul arată că aceste ecuaţii au fost publicate în anul 1929 (p. 14) şi se referă la lucrarea lui Park apărută într-adevăr în 1929 şi la lucrarea lui Gorev apărută în 1950, fără a face precizarea care se impune. Deşi este mai corect să se facă referirea la lucrarea lui Gorev din anul 1936 („Ecuaţiile fundamentale ale maşinii sincrone în regim tranzitoriu" în Buletinul Institutului politehnic din Leningrad, 1936), considerăm că nici în acest caz nu este suficient de motivată denumirea acestor ecuaţii drept „ecuaţii Park-Gorev", care se întîlneşte în mai multe monografii şi lucrări din literatura sovietică fără a se arăta în ce constă aportul lui A. Gorev la fundamentarea acestor ecuaţii.

În capitolul II se stabilesc ecuaţiile operaţionale ale transformatorului static cu două, trei sau mai multe înfăşurări, se deduc expresiile impedanţelor operaţionale echivalente ale circuitelor. Tratarea acestei probleme este exhaustivă şi deosebit de elegantă din punct de vedere matematic, conţinînd elemente originale cunoscute în literatură din lucrările autorului publicate anterior.

În continuare, în acest capitol se expune succint transformarea Stokvis-Fortescue, transformarea α, β, se trece la ecuaţia unică dintre mărimile complexe într-un sistem static de coordonate şi se transcrie această ecuaţie într-un sistem mobil de coordonate. În legătură cu expunerea acestor probleme trebuie observat că, în scrierea ecuaţiilor, nu s-au stabilit regulile de asociere a sensurilor pozitive pentru mărimi, ecuaţiile fiind scrise formal şi contradictoriu din punctul de vedere al scrierii curente folosite în literatură (ecuaţia 2, 1). În ceea ce priveşte expunerea problemei transformărilor de coordonate trebuie remarcat faptul că nu s-a reuşit să se prezinte în mod unitar această problemă şi să se examineze toate sistemele de coordonate folosite în mod curent în literatură, din care cauză multe afirmaţii sînt discutabile.

Capitolul III este consacrat stabilirii ecuaţiilor operaţionale ale maşinii rotitoare (transformatorul general). Pentru aceasta maşina se consideră idealizată în sensul Park. La început se stabilesc ecuaţiile pentru maşina cu întrefier uniform (maşina asincronă), luîndu-se apoi în discuţie maşina asincronă cu rotor polifazat, monofazat, nesimetria rotorului (întrefier neuniform), şi stabilindu-se expresiile reactanţelor sincrone transversale şi longitudinale, expresiile fluxurilor rezultante în diferite sisteme de coordonate; se deduc expresiile operaţionale ale curenţilor şi cuplului electromagnetic, făcîndu-se, la sfîrşitul capitolului, o comparaţie între transformatorul static şi transformatorul rotitor (general).

Chiar în acest capitol se reflectă în mod negativ lipsa de unitate a schemei metodologice prin faptul că autorul, deşi a tratat în capitolele precedente problema transformărilor de coordonate, este constrîns acum să reia această problemă deoarece, pentru deducerea ecuaţiilor, introduce vectorul reprezentativ (Lyon, Ianko-Triniţkij) pe care autorul pînă acum nu-l menţionase. Considerăm de asemenea că modul în care autorul introduce aceste mărimi (sensul fizic al transformării de coordonate) este nesatisfăcător.

Capitolul IV este consacrat examinării proceselor tranzitorii care apar în maşina asincronă cu rotor simetric, cu una, două sau mai multe înfăşurări pe rotor, în cazul conectării la reţea, scrutcircuitului şi frînării la alunecare constantă, la alunecare liniară şi la alimentare cu o frecvenţă variabilă. Pentru examinarea ultimelor cazuri, autorul introduce funcţiile Fresnel. Este interesant de relevat faptul că, în introducerea la acest capitol, autorul subliniază că în unele lucrări se folosesc simboluri diferite pentru defazajele temporale şi decalajele spaţiale. Deşi autorul a făcut această observaţie mult mai devreme (Elektricestvo 1948), pînă în prezent, nici în lucrarea de faţă şi nici în alte lucrări, n-a luat atitudine în această problemă şi, în consecinţă, n-a arătat legătura dintre cele două mărimi în cazul maşinilor electrice.

Capitolul V examinează procesele tranzitorii în maşinile asincrone cu rotor nesimetric (maşina sincronă în regim asincron), de asemenea, la alunecare constantă şi rezistenţă statorică nulă. Se arată cum pot fi folosite diagramele cercului pentru determinarea valorilor staţionare ale curenţilor, corespunzătoare diferitelor valori ale alunecării.

În capitolul VI se tratează procesele tranzitorii care apar în maşina sincronă excitată în momentul conectării acesteia la reţea şi în regim asincron (la viteză constantă). Şi în acest caz se arată cum pot fi folosite diagramele cercului pentru determinarea curenţilor; se analizează, de asemenea, conectarea maşinii cu dublă alimentare în scurtcircuit nesimetric şi maşina sincronă deconectată de la reţea la funcţionarea în gol: scurtcircuit bifazat, monofazat, bifazat la nul, determinîndu-se curenţii în circuitele statorului şi rotorului, cuplul electromagnetic, supratensiunile în fazele libere etc. Foarte interesant este materialul privind procesele tranzitorii provocate de scurtcircuitele nesimetrice, cînd maşina este conectată la reţea. Problema intrării în sincronism este atacată sumar. În încheierea acestui capitol se examinează procesele tranzitorii în maşină, la conectarea acesteia la funcţionarea în paralel, prin metoda autosincronizării.

Capitolul VII examinează funcţionarea maşinii de c.a. care prezintă disimetria parametrilor statorului, ai înfăşurării, ai circuitului din amonte.

Sînt prezentate cazurile de scurtcircuit monofazat, bifazat după transformator, influenţa inegalităţii spirelor, disimetria spaţială a înfăşurărilor, asimetria rotorului.

Capitolul VIII se intitulează „Relaţii energetice în maşina sincronă la scurtcircuit instantaneu" şi conţine formule pentru calculul aproximativ al cuplului electromagnetic, al alunecării, al unghiului intern de funcţionare în cazul scurtcircuitelor instantanee simetrice şi nesimetrice, făcîndu-se consideraţii sumare cu privire la stabilitatea dinamică a maşinii.

Capitolul IX este consacrat studiului proceselor tranzitorii în sistemele electrice; se aplică ecuaţiile operaţionale complexe şi se deduc schemele electrice echivalente ale sistemului, se determină grafic condiţiile de stabilitate ale funcţionării maşinii asincrone, conectată la reţea prin intermediul unei capacităţi.

În capitolul X se studiază problemele oscilaţiilor mici ale maşinii asincrone şi influenţa rezistenţei statorului asupra autooscilaţiilor rotorului. Se arată că rezistenţa statorului afectează apariţia unei componente negative a cuplului asincron în cazul funcţionării motorului sincron la orice sarcină şi în cazul funcţionării generatorului sincron la sarcini mici.

În capitolul XI se arată legătura dintre procesele tranzitorii în maşină şi caracteristicile de frecvenţă ale acesteia. Se stabileşte metoda de calcul al proceselor tranzitorii la viteze, sincronă sau asincronă, după caracteristicile de frecvenţă ale maşinilor.

În capitolul XII, intitulat „Noi metode de determinare experimentală a parametrilor maşinii", se indică metodele de determinare experimentală a caracteristicilor de frecvenţă.

Capitolul XIII este consacrat expunerii problemelor stabilităţii statice sincrone şi asincrone a maşinii cu dublă alimentare, maşinile sincronă şi asincronă fiind considerate drept cazuri particulare ale acesteia.

Pentru studiul oscilaţiilor mari stabile se introduc funcţiile Bessel de speţa I.

Capitolul XIV este consacrat analizei oscilaţiilor dinamice de mare amplitudine ale rotorului şi stabilităţii dinamice a maşinii.

În acest scop se folosesc funcţiile eliptice, pentru exprimarea unghiului intern de funcţionare în funcţie de timp, în diferite regimuri de funcţionare a maşinii.

În capitolul XV se stabileşte expresia cuplului electromagnetic, dezvoltat de maşină în funcţie de unghiul intern de funcţionare, în cazul preluării instantanee de sarcină. Expresia unghiului intern este considerată aproximativ cunoscută.

Se indică metodica de calcul al procesului tranzitoriu care apare în mașină în asemenea cazuri.

Capitolul XVI examinează procesele tranzitorii în mașina sincronă, determinate de variația tensiunii de excitație, în ipotezele că rotorul este echipat sau nu cu circuite de amortizare. Se indică metode de considerare a saturației în calculele variației tensiunii la bornele generatorului, în funcție de variația tensiunii de excitație în timp, după legi diferite. Se studiază problema stingerii cîmpului mașinii sincrone prin metoda conectării rezistenței la bornele înfășurării de excitație, după ce se deconectează sursa de alimentare, deși această metodă nu mai este folosită.

În capitolul XVII se analizează fenomenul autoexcitației mașinii de c.a. cînd în circuitul statorului este conectată o capacitate, în ipoteza că mașina funcționează în paralel cu un sistem infinit sau pe o rețea izolată, capacitățile fiind conectate în serie sau paralel, rotorul avînd unul sau mai multe circuite. Se stabilesc criteriile de autoexcitație pentru cazurile de mai sus.

Capitolul XVIII conține formulele de calcul ale parametrilor mașinilor de c.a., corespunzătoare metodicii fabricii Elektrosila din Leningrad. Sînt date valorile tipice ale parametrilor mașinilor sincrone și asincrone.

În anexe sînt expuse mai dezvoltat unele formule, folosite în text, cîteva exemple numerice, cîteva precizări.

În concluzie, ținînd seamă de cele arătate mai sus, se desprind următoarele:

1. Lucrarea recenzată conține un material extrem de bogat și, deși nu se poate spune că este inedită, pentru că constituie prelucrarea numeroaselor lucrări publicate sub formă de articole și monografii ale autorului în decursul anilor, este totuși originală, interesantă, expusă la un înalt nivel matematic.

2. Construcția lucrării este discutabilă: autorul a căutat să dea o tratare independentă capitolelor, fapt care poate fi considerat pozitiv pe de o parte, însă pe de altă parte acest lucru încarcă expunerea cu multe repetări.

3. Din punct de vedere metodologic, de asemenea, rezolvarea dată pare a fi discutabilă: problemele sînt tratate separat pentru mașina cu întrefier uniform, cu întrefier neuniform, cu unul, două sau mai multe circuite pe rotor etc., în timp ce, dacă se trata cazul cel mai general, celelalte cazuri puteau fi deduse prin particularizare. Tot în această ordine de idei considerăm că lucrarea prezintă o lacună, deoarece nu specifică sensurile de referință pentru mărimi, regimul de referință de funcționare în stabilirea ecuațiilor; din punctul de vedere al notațiilor utilizate pare suprinzător faptul că autorul folosește aceleași caractere, atît pentru mărimile scalare, cît și pentru mărimile complexe.

4. Deși indexul bibliografic este impresionant de bogat, consultînd lucrarea nu se poate spune că autorul a folosit acest material sau că a luat atitudine față de acesta; referirile care se fac în text (relativ puține la număr față de cele din index) și aprecierea diferitelor lucrări par formale.

5. După cum rezultă din adnotație, lucrarea este concepută pentru „un cerc larg de ingineri electroenergeticieni, specialiști în acționări, automatică și telecomandă, cercetători științifici, aspiranți, studenți în ultimii ani ai institutelor de învățămînt superior electrotehnic". Tratarea diferită a problemelor de stabilitate statică și dinamică față de monografiile de specialitate din acest domeniu (Venikov, Markovici etc.), formulele deosebit de ancombrante și matematizate pun de la început sub semnul întrebării posibilitatea folosirii acestei lucrări de către inginerii electroenergeticieni; pe de altă parte, lipsa unei legături între teoria clasică a mașinilor de c.a., expusă în lucrările de bază (Richter, Kostenko, Petrov, Sergheev etc.), și materialul acestei lucrări pune, de asemenea, sub semnul întrebării posibilitatea ca studenții s-o folosească.

În consecință, lucrarea poate fi folosită cu succes de cercetători științifici și de aspiranți.

6. În ciuda observațiilor formulate, care nu afectează fondul problemelor, considerăm că această lucrare remarcabilă va constitui un moment important în evoluția teoriei mașinilor de c.a.

Conf. ing. V. N. Nedeleu
Candidat în științe tehnice

CZ 621.371 : 538.56

S e m e n o v, A. A.: **Teoria undelor electromagnetice**. Editura Universității din Moscova, 1962, 256 pag., 54 fig,. 15 ref. bibl., 3 anexe.

Cartea de față corespunde cursului de „Teoria undelor electromagnetice", ținut la facultățile de radio-fizică și fizică electronică ale Universității de stat din Moscova. Lucrarea este formată din opt capitole, în care se studiază principalele probleme ale undelor electromagnetice.

Primul capitol tratează unele probleme generale ale undelor electromagnetice, cum ar fi propagarea undelor în medii dielectrice cu pierderi, energia cîmpului în medii dispersive, puterea complexă și oscilantă, vectorul lui Hertz. În același capitol introductiv se dau și unele noțiuni asupra sistemelor de unități. Evident, problemele amintite mai sus sînt considerate pentru cazul relativ simplu al unui regim pur armonic. În capitolul I se tratează, de asemenea, problema cîmpului electromagnetic produs de un sistem arbitrar de surse. În această parte se urmează o cale clasică. Capitolul I se încheie cu stabilirea condițiilor la limita de separație a două medii.

Se trece apoi la studierea undelor plane, care formează obiectul capitolului II. Se studiază atît propagarea în medii fără pierderi, cît și în medii cu pierderi. Se stabilesc caracteristicile undelor în funcție de parametrii mediului. Se analizează cazul mediilor în care se găsesc particule încărcate. O atenție specială se acordă propagării frontului undei în medii omogene și izotrope. Se analizează, de asemenea, problema vitezelor de propagare ale cîmpului electromagnetic. De asemenea se analizează problema reflexiei și refracției undelor plane.

Cel de-al III-lea capitol este dedicat propagării undelor electromagnetice în medii girotropice, problemă importantă pentru dispozitivele cu ferite, utilizate în domeniul microundelor, ca și pentru propagarea undelor în ionosferă.

Capitolul IV tratează unele probleme ale undelor cilindrice și sferice. Problema este tratată într-un mod accesibil, fără a face să intervină aproape de loc funcții speciale.

În capitolul V se începe prin studierea liniilor electrice, stabilirea ecuației telegrafiștilor, prezentarea diagramei cercului, a ghidurilor de undă și analizarea, destul de sumară, a ghidurilor de undă de secțiune dreptunghiulară și circulară. Se studiază, de asemenea, cavitățile rezonante și se dau unele indicații privind fenomenele energetice care au loc în ghidurile de undă, ca și atenuarea undelor electromagnetice în ghiduri de undă și rezonatori. Într-un paragraf se arată metoda prin care se poate studia influența neuniformităților asupra propagării undelor în ghiduri.

Capitolul VI studiază atenuarea și încetinirea undelor electromagnetice în sistemele directive. Se începe prin studierea atenuării undelor în ghiduri de undă, după care se studiază reducerea vitezei undelor electromagnetice și problema undelor de suprafață.

Un paragraf special este dedicat propagării undelor de suprafață. Se studiază, de asemenea, undele în medii stratificate. Problema aceasta, de altfel, este reluată pe larg în capitolul VII. Această problemă se abordează prin scrierea ecuațiilor pentru cîmpurile electromagnetice din medii neomogene. Se stabilește apoi funcția de atenuare a undelor.

Capitolul VIII tratează difracția undelor prin metoda Kirchhoff-Kotller și problema radiației undelor electromagnetice.

În general, întreaga lucrare se caracterizează prin aceea că problemele abordate sînt tratate într-un mod deosebit de clar, fără a se recurge la un instrument matematic prea complicat, în general utilizîndu-se numai analiza vectorială și ecuațiile cu derivate parțiale.

Autorul a căutat să prezinte esențialul fenomenelor cu ajutorul unor metode care nu depășesc cunoștințele de matematică prevăzute pentru primii doi ani ai institutelor tehnice de învățămînt superior.

Lucrarea este deosebit de utilă tuturor persoanelor care se interesează de bazele teoretice ale undelor electromagnetice și este indicată, în special, studenților și aspiranților care lucrează în acest domeniu. Ea poate fi însă utilă și inginerilor din exploatare, care doresc să se pună la punct cu o serie întreagă de probleme teoretice care astăzi stau la baza a numeroase realizări tehnice, ce pătrund tot mai mult în producție.

E. N.

REFERATE

CZ 621.3 *Electrotehnica generală*

CZ 621.3.014.31 :538.542

Secker, P. L., Guile, A. T., Caton, P. S. **Efectul pelicular ca factor al mişcării arcurilor cu catodă rece** (Skin effect as a factor in the mouvement of cold-cathode arcs). În : Brit. J. appl. Phys. **13**, nr. 6, iun. 1962, p. 282—287, 7 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

Se constată că un arc stabilit între electrozi paraleli de metal se deplasează sub influenţa cîmpului magnetic transversal, produs de curentul arcului în electrozi. Viteza deplasării variază cu materialul catodei, iar curbele caracteristice viteză-curent pot fi separate în două grupe, unul cuprinzînd metalele magnetice şi celălalt metalele nemagnetice. Se arată că viteza mai mare a primului grup se datorează unei forme a efectului pelicular, care comprimă curentul atît radial, cît şi axial, în apropierea catodei, dînd astfel o forţă magnetică mărită de acţionare în regiunea critică din exteriorul suprafeţei catodei. Pentru a explica mecanismul propus se dau rezultate experimentale.

A. S.

CZ 621.3.028.24

Vincent, G. H. **Atenuatoare fixe formate din rezistoare identice** (Fixed attenuators consisting of a network of identical resistors). In : J. Sci. Instr. **38**, nr. 7, 1961, p, 288—290, 3 fig., 3 tab., 1 ref. bibl.

Atenuatoarele fixe construite din rezistenţe identice au avantajul că sînt lipsite de distorsiunea produsă de inductanţa la dispersie a rezistenţelor şi de efectele variaţiilor temperaturii ambiante. În articol se descrie o formă convenabilă pentru astfel de circuite de atenuare. Este posibil să se proiecteze un filtru de acest tip pentru a se obţine o atenuare în orice raport N la 1, în care N este un număr întreg. Numărul minim de rezistenţe necesar pentru orice valoare a lui N nu este prea mare, fiind mai mic de şapte rezistoare pentru o decadă a lui N. Se dă o tabelă care uşurează calcularea unui filtru optim pentru orice valoare a lui N, pînă la 400.

A. S.

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.323.011.1

Kuţevalov V. M. **Caracteristicile relative şi caracteristicile comparative ale maşinii sincrone reactive.** In : Elektricestvo, **82**, nr. 10, 1962, p. 52—55, 8 fig., 4 ref. bibl.

Se studiază caracteristicile relative ale unei maşini sincrone reactive cu ajutorul schemei echivalente în Π, obţinută din schema echivalentă în T, stabilită de Pavznev în anul 1960 pentru acest tip de maşină.

Utilizîndu-se analogia relaţiilor obţinute pentru maşina sincronă reactivă cu ale maşinii asincrone normale, se studiază caracteristicile principale în funcţie de t — tangenta unghiului de defazare între axa cîmpului rezultant şi axa rotorului, în grade electrice, analog cu s — alunecarea unei maşini asincrone. Folosindu-se analogia cu maşina asincronă, se obţine ecuaţia caracteristicii mecanice relative, ecuaţia caracteristicii relative a curentului rotoric redus la stator şi ecuaţia caracteristicii relative a tangentelor unghiurilor de fază ale acestui curent. Se face o analiză comparativă în caracteristici relative a caracteristicilor şi proprietăţilor maşinii sincrone reactive cu un motor asincron cu rotorul în scurtcircuit şi parametri constanţi, considerîndu-se că ambele maşini au statorul identic. Din analiză rezultă că, în anumite cazuri, momentul maxim pentru maşina sincronă reactivă este 60—70% din momentul maxim al maşinii asincrone normale, iar posibilitatea de supraîncărcare, micşorată corespunzător.

Se poate deci, prin calcule simplificate, să se compare caracteristicile maşinii sincrone reactive cu caracteristicile maşinii asincrone în regim de funcţionare.

N. Gh.

CZ 621.313.333—752

Aizenberg B. L. **Maşini electrice cu rezistenţă mărită la vibraţii** (Elektrodvigateli s povişennoi vibroudarostoikostiu). In : Vestnik Electroprom., **33**, nr. 2, 1962, p. 55—58, 4 fig., 2 ref. bibl.

Datorită solicitărilor foarte intense la care sînt supuse bobinajele electromotoarelor de la maşinile şi instalaţiile vibratorii, durata de viaţă a electromotoarelor (e.m.), în construcţie obţinută, este relativ scurtă. Astfel pentru e.m. de gabaritul 2, este de 20 pînă la 30 h. Cercetările au arătat că, datorită folosirii lacurilor de tip oleo-bituminos sau gliptalic, producîndu-se volatilizarea solvenţilor în timpul polimerizării, se creează interstiţii de aer în bobinaje. Ţinînd seamă şi de slaba cementare a lacurilor de mai sus, sub acţiunea efectelor vibratorii se produce o deplasare a elementelor bobinajului, care duce la frecări între izolaţii şi pînă la urmă la distrugerea lor mecanică. De aici s-a pus problema realizării unor maşini electrice speciale cu următoarele îmbunătăţiri constructive şi tehnologice : s-au înlocuit penele de lemn cu pene de textolit, în crestătură s-a consolidat izolaţia respectivă şi bobinajele s-au bandajat cu bandă de bumbac. Ca cea mai importantă măsură se consideră folosirea unei răşini sintetice la impregnarea bobinajelor, respectiv răşina metacrilică de tip MBK. Impregnarea bobinajelor statorice se face într-o formă specială sub un regim combinat de vid şi presiune. După impregnare se efectuează turnarea sub presiune a statorului cu un amestec de răşină MBK cu făină de cuarţ. Acest compound realizează o cementare perfectă a întregului stator, eliminînd posibilitatea deplasării spirelor între ele sau prezenţa interstiţiilor de aer. Rezistenţa izolaţiei bobinajelor statorice, realizate după tehnologia de mai sus, a atins valoarea de 500 MΩ. Durata de viaţă (la sarcină nominală) a crescut de 10—25 ori faţă de maşinile de construcţie normală.

A. B.

CZ 621.313.333.016.352 : 621.319.4

Golovan A. T., Cijan Ceau-Şen. **Pendularea maşinilor asincrone funcţionînd în serie cu condensatoare.** În : Elektricestvo, **83**, nr. 10, 1962, p. 32 — 36, 8 fig., 2 ref. bibl.

Maşinile asincrone funcţionează în serie cu condensatoare pentru compensarea factorului de putere pentru mărirea cuplului de pornire sau micşorarea turaţiei la valori între (35—45%) n_n. Analiza teoretică şi experimentările au arătat că, în această schemă, motorul asincron poate funcţiona în trei regimuri : regim de compensare, regim de saturaţie feromagnetică, regim de autoexcitare. Regimul de compensare se deosebeşte faţă de regimul normal prin creşterea tensiunii la borne. În regimul de saturaţie, curenţii din maşină pot depăşi valoarea nominală de cîteva ori. Regimul de autoexcitare este analizat mai profund. În acest caz, peste frecvenţa reţelei se suprapune frecvenţa de autoexcitare, proporţională cu turaţia maşinii. Există deci două sisteme simetrice de curenţi, de frecvenţă diferită. Se admite că, în acest caz, maşina funcţionează simultan în două regimuri : regim de motor cu o oarecare compensare şi regim de generator. Momentul maşinii va fi suma a două momente : momentul motor şi momentul frînă dat de regimul de generator. Autoexcitarea poate apărea numai în anumite limite ale turaţiei. Limitele turaţiei depind de capacitatea conectată în serie şi de raportul în care se găseşte faţă de x_{μ_0} — reactanţa circuitului de magnetizare la începutul autoexcitării, de x_k — reactanţa de scăpări şi r, şi r'_2 — rezistenţa înfăşurărilor statorului, respectiv a rotorului redusă la stator. În regimul de autoexcitare, ca rezultat al existenţei celor două sisteme de curenţi, tensiunea la borne nu va fi constantă, ci va varia cu o frecvenţă dată de diferenţa celor două frecvenţe ale sistemelor simetrice de curent. În acelaşi mod vor varia şi cîmpul magnetic învîrtitor rezultant, turaţia maşinii şi cuplul rezultant. Aceste variaţii sînt sinusoidale.

Pendularea mecanică care poate apărea în regimul de autoexcitare poate fi evitată prin alegerea corespunzătoare a condensatorului.

N. Gh.

CZ 621.315.2 *Cabluri*

CZ 621.315.21.017.71

Ludwig, C. **Incălzirea cablurilor subterane la sarcină de durată.** (Die Erwärmung erdverlegter Kabel bei langdauernder Belastung). În Elektrizitätswirschaft, **61** nr. 15, 1962 p. 568—574, 7 fig., 11 ref. bibl.

În prescripţiile VDE tabelele încărcărilor admisibile au ca bază o rezistenţă termică specifică a solului de 70°C cm/W. Numeroase experimentări sistematice cu sarcini de durată cu curenţi din tabele au arătat că căldura pierdută în cablu duce uneori la uscarea solului în vecinătatea cablului, ceea ce are ca urmare o considerabilă mărire a rezistenţei termice specifice a solului şi deci o supraîncărcare a cablurilor. De aceea autorul recomandă să se admită curenţii din tabelele de încărcări numai ca valori maxime pentru sarcini cu variaţie diurnă mare, iar la încărcarea de durată cu plină sarcină şi la îngrămădirea cablurilor să se calculeze cu o rezistenţă termică specifică a solului de 120°C cm/W.

A. S.

CZ 621.315.229 : 621.315.53

Polizzano F. **Cabluri cu manta de aluminiu extrudată.** (Extruding Aluminium Sheaths on Cables). In: Metal Progress, **82** nr. 1, p. 81 — 83 şi 116, 1962, 5 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

Se descrie un procedeu pentru fabricarea continuă a cablurilor cu manta de aluminiu. Cablurile sînt acoperite cu o manta continuă de aluminiu prin extrudere la 500°C. Izolaţiile organice din jurul conductorului sînt protejate faţă de încălzirea excesivă prin stropirea cu apă a mantalei proaspăt extrudate. Lungimea mantalei confecţionate pe această cale poate fi practic nelimitată. Prin acest procedeu au fost acoperite cabluri telefonice cu izolaţie de hîrtie, conducte pentru instalaţii şi pentru automatizări (izolaţie de cauciuc sau masă plastică), cabluri de forţă cu hîrtie uleiată şi polietilenă.

A. S.

CZ 621.315.616.97

Dobrer E. K. **Compounduri epoxidice cu constantă dielectrică ridicată.** (Epoksidmie compundi s povisennoi dielektriceskoi pronitaemoste). In: Vestnik Elektroprom. **33**, nr. 10, 1962, p. 55—58, 4 fig., 2 ref. bibl.

Constanta dielectrică relativă (ε_n) a compoundurilor epoxidice cu umpluturi folosite în mod curent (făină de cuarţ, praf de porţelan, marşalit etc.) nu depăşeşte valoarea 4—5,5. În unele cazuri sînt necesare compounduri cu valori mai ridicate şi acestea se pot realiza prin folosirea de umpluturi care au ele însele constante dielectrice foarte mari, cum ar fi de exemplu titanatul de bariu sau bioxidul de titan. Prin această metodă s-au realizat compounduri epoxidice, folosind ca răşini de bază tipurile: ED-6, ED-L şi E-2 000. În funcţie de raportul de greutate dintre umplutură şi răşină, care a mers pînă la 8 (între titanat de bariu şi răşina ED-6), s-a obţinut un compound cu $\varepsilon = 22{,}5$.

Experimentările au avut ca scop determinarea variaţiei caracteristicilor dielectrice ale compoundurilor în funcţie de temperatură, pentru diferite raporturi de greutate dintre umpluturi şi răşini. Astfel, tg δ cu alura cea mai constantă a fost obţinută la răşina E-2 000 fără umplutură, şi în schimb s-a observat creşterea maximă a pierderilor dielectrice la compoundul ED-6 cu şase părţi de titanat de bariu. Rezistivitatea volumetrică (ρv) măsurată a fost maximă tot pentru răşina pură E-2 000, şi anume de 10^{16} Ω cm (la 20°C). La toate compoundurile studiate s-au măsurat scăderi ale valorilor ρ_v în funcţie de temperatură, ajungînd la toate la acelaşi ordin de mărime, 10^{11} Ω cm, pentru temperatura de 120°C. Rigiditatea dielectrică pentru epruvetele cu grosimi între 2 şi 3 mm se găseşte în limitele 17—18 kV/mm.

A. B.

CZ 621.315.6 *Izolanţi*

CZ. 621.315.612.7.

Nirkov E. S. **Conductoare emailate cu izolaţie combinată** (Emaliprovoda s combinirovania izoliaţia). În: Vestnik Elektroprom., **33**, nr. 11, 1962, p. 76 — 77, 4 tab., 15 ref. bibl.

În ultimul timp se fabrică conductoare emailate cu izolaţie realizată din două straturi de materiale diferite.

Aceste izolaţii servesc în două scopuri distincte:

1. Pentru realizarea unui strat superior termoplastic (deasupra stratului de bază). Bobinajele realizate cu astfel de bobinaje, supuse unui regim termic (la 120—150°C), se rigidizează perfect obţinîndu-se o bună încleiere a spirelor şi deci eliminîndu-se carcasele. Mai ales la bobinajele cu configuraţii variate, eliminarea carcaselor micşorează greutatea şi gabaritele lor.

În U.R.S.S.S. se realizează astfel de izolaţii folosind ca strat de bază email de tip viniplex, iar ca strat superior, un material termoplastic cu grosimea între 10 şi 25 microni (pe o parte).

În R.F.G. se lucrează conductoare cu stratul de bază de polivinil-acetat şi cu stratul termoplastic de polivinil-butil.

2. Alt scop al folosirii conductoarelor emailate cu două straturi diferite reiese din necesitatea folosirii de maşini de bobinat cu viteze mari de lucru şi deci unde se cer straturi izolante cu rezistenţă mare la frecare. De aceea, peste stratul de bază care poate fi de tip polivinil-acetat, poliuretanic, poliesteric sau siliconic, se depune un strat poliamidic, care este foarte rezistent la frecare. În S.U.A. se lucrează conductoare emailate cu stratul de bază poliuretanic şi cu stratul superior de protecţie de tip poliamidic. O altă firmă fabrică conductoare cu prim strat poliesteric şi cu strat superior de nylon.

A. B.

CZ 621.316.3 *Instalaţii de conectare*

CZ 621.316.37 : 621.315.616.96

Brückner Hösel, P. **Celule de distribuţie metalice capsulate. Creşterea siguranţei de exploatare prin folosirea izolaţiei cu răşină turnată şi prin execuţie fără separatoare.** In: Elektrotechn. Z. —A, **83** nr. 7, 1962, p. 216—222.

Cu toate că aparatele montate în celule de distribuţie prezintă o mare siguranţă, se produc totuşi scurtcircuite cu arc care împiedică funcţionarea instalaţiilor de alimentare cu energie electrică, periclitînd personalul de exploatare. Firmele constructoare de celule de distribuţie au făcut diverse încercări, străduindu-se a le construi cît mai sigure.

În primul rînd, pentru a mări siguranţa de exploatare a celulelor, trebuia să se împiedice întinderea unui arc produs la alte celule şi la barele colectoare, limitîndu-se efectul în locul de apariţie. Aceasta s-a realizat prin compartimentarea celulelor între ele şi în interiorul lor. Pentru mărirea siguranţei de exploatare şi a gradului de protecţie a personalului s-au obţinut progrese printr-o construcţie corespunzătoare fără separatoare, introducîndu-se materiale izolante din materiale plastice.

Din cauza arcului produs la scurtcircuit, aerul se încălzeşte dilatîndu-se, astfel că celulele trebuie să fie prevăzute cu deschideri pentru destinderea presiunii, prin care gazele fierbinţi să poată fi evacuate.

Celulele de distribuţie capsulate, prefabricate din tablă de oţel, îndeplinesc condiţiile necesare privitoare la siguranţa în exploatare şi protecţia personalului de deservire, avînd următoarele avantaje:

— dimensiuni mici;
— montaj simplu şi rapid la faţa locului;
— protecţie mai bună contra prafului;
— posibilitate de extindere sau de mutare;
— interschimbabilitate uşoară a celor mai importante aparate, în cazul celulei înzestrate cu cărucior mobil.

Tensiunea celulelor metalice capsulate este limitată la circa 30 kV. Puterile de scurtcircuit maxime asigurate sînt 500 MVA la 10 kV şi 1 500 MVA la 30 kV.

Barele colectoare şi de derivaţie se izolează cu mase plastice turnate în vid, spre a se evita ocluziuni de aer în izolant.

Chiar şi la construcţia panourilor de distribuţie sînt utilizate materiale izolante din materiale plastice.

Se remarcă tendinţa de a se trece la forme constructive cu două sisteme de bare, folosindu-se procedeul cu întreruptor de putere dublu.

În viitor, instalaţiile cu celule metalice capsulate vor fi construite pentru tensiuni şi puteri de deconectare mai mari. Se admite ca o certitudine că într-un viitor apropiat vor apare posibilităţi constructive pentru confecţionarea panourilor de distribuţie din materiale izolante de cea mai bună calitate.

M. D.

CZ 621.316.57 : 621.319.4

Bishop A. E., Edmonds G. D., Sheffield, J. **Un întreruptor de 100 kV pentru descărcări rapide a capacităţilor de mare energie** (A 100 kV switch for rapid discharge of high energy capacitors). In: Journal of Scientific Instruments, vol. **39**. nr. 11, noiembrie 1962, p. 566—568, 4 fig., 1 tab., 1 ref. bibl.

În articol se descrie construcţia unui întreruptor sub presiune, cu mică inductanţă, 250 nH, funcţionînd între 40 şi 100 kV, şi descărcînd de la 30 kV condensatoare cu mică inductanţă. Timpul de rupere a acestor întreruptoare este de 60 n.s. cu un jitter (imprecizie de timp) mai mic ca 20 n.s. Autorii au experimentat o instalaţie compusă din 40 condensatoare de cîte 0,5 μF la 100 kV legate în paralel, avînd fiecare cîte un astfel de întreruptor şi cîte un cablu special prin care se produce descărcarea. Intensitatea la ieşire a crescut în timp de o microsecundă de la zero la 2 MA. Curentul de vîrf care trece prin fiecare întreruptor este de circa 30 kA, iar timpul de tranzit şi descărcare prin fiecare cablu nu întrece 2 x 10 n.s.

T. W.

CZ. 621.316.57

Delevoy, V., Cassalette, F. **Utilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) în disjonctoarele de înaltă tensiune cu mare putere de rupere.** (L'emploi du SF_6 dans les disjoncteurs de haute tension à grande capacité de conpure). In: Bull. sci. Assoc. Ing. Montefiore, **75**, nr. 2—3, 1962 p. 103—140.

Hexafluorura de sulf prezintă simultan caracteristici fizice, chimice şi electrice foarte favorabile funcţionării disjonctoarelor. În particular proprietăţile electrice: factor de pierderi neglijabil, constantă de timp redusă a arcului, restabilirea rapidă a rigidităţii dielectrice (care face ca puterea de rupere să fie practic insensibilă la frecvenţa proprie a tensiunii de restabilire), permit atingerea unei puteri de rupere mari. Se descrie un disjonctor american cu SF_6 pentru 150 kV, 2 000 A, 10 000 MVA. Racordurile sînt din teflon, iar sudurile sînt prevăzute cu un detector de scăpări pentru gazele halogene. Încercările aparatului se împart în încercări clasice şi speciale: ruperea curentului capacitiv, magnetizant, de scurtcircuit pe defect kilometric. Rezultatele arată că disjonctoarele de acest tip permit o rupere foarte rapidă şi prezintă o insensibilitate faţă de frecvenţele proprii ale reţelelor.

A.S.

CZ 621.319.4 *Condensatoare*

CZ. 621.319.42

Dasuk N. P. **Alegerea gradienţilor de lucru la condensatoarele de impuls** (Vibor rabocih napriajennostei v impulsnih kondensatorah). În: Vestnik Elektroprom., **33**, nr. 9, 1962, p. 49—52, 4 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

Problema determinării gradientului optim de lucru la condensatoarele de impuls este condiţionată de doi parametri: 1. siguranţa în exploatare, dictată de gradientul de ionizare, şi 2. indici tehnico-economici (greutatea şi volumul specific). În acest sens se fac experimentări pe epruvete cu dielectricul confecţionat din hîrtie de cablu cu grosimile de 0,08—0,12 mm. Grosimea izolaţiei este de 0,32—0,72 mm. Capacitatea unui astfel de pachet este de 0,02—0,07 μF. Epruvetele se usucă şi se impregnează în ulei de transformator, special tratat, sub vid de 0,5 mm col. Hg.

Pe aceste epruvete s-au determinat curbele duratei de viaţă, respectiv variaţia gradientului de străpungere în funcţie de numărul de descărcări.

Autorii ajung la concluzia că un factor important în durata de viaţă a condensatorului îl constituie volumul de degajare de gaze din ulei pe care-l măsoară în funcţie de gradientul de potenţial şi numărul de descărcări la care este supus dielectricul.

Ca rezultat al acestor cercetări s-a dimensionat tipul de condensator de impuls pentru tensiunea de 150 kV şi capacitatea 0,6 μF. O partidă de astfel de condensatoare (100 bucăţi) este exploatată în regim de descărcare pe inductanţe mici (deci în curenţi foarte mari, de peste 100 kA), obţinîndu-se rezultate foarte bune.

A.B.

CZ 621.33 *Tracţiunea electrică*

CZ 621.336.324—419.7.001.8

Strobel. **Experienţe cu contacte din aliaje de fier, plumb şi grafit la troleibuze** (Erfahrungen mit Obus — Schleifkontakten aus Eisen—Blei—Graphit—Verbundwerkstoffen). In: Elektrie **16**, nr. 5, mai 1962, p. 33—34, 3 fig., 2 tab.

Se relevă dezavantajele contactelor actuale de fontă sau cărbune, precum şi rezultatele nesatisfăcătoare ale unor alte contacte (fier-grafit etc.), încercate începînd din anul 1950. Se descrie apoi maşina de pe bancul de încărcare, cu care s-a experimentat o nouă categorie de contacte din fier, plumb şi grafit.

Schimbîndu-se în permanenţă proporţiile celor trei materiale componente ale contactului, s-au realizat de fiecare dată două încercări: cu linia de contact udată (timp de ploaie) şi cu linia uscată. După un anumit timp de funcţionare a dispozitivului s-a măsurat uzura contactului. Rezultatele sînt redate în două tabele şi în 14 fotografii ale suprafeţei contactului. Pentru comparare cu uzura contactelor din fier-plumb-grafit, sînt fotografiate şi contactele (utilizate actualmente) din cărbune.

Cu contactele conţinînd cele trei componente (Fe, Pb, C) într-o anumită proporţie, s-au realizat distanţe de parcurs duble faţă de contactele din cărbune.

S-au făcut experienţe pe teren cu un număr mare (3 000) de contacte şi o durată a probei de un an pentru a cuprinde toate anotimpurile şi toate manifestările vremii (ploaie, zăpadă, polei etc.). Cu toate că, faţă de lungimea de 570 km parcursă cu contactul din cărbune s-au obţinut cu contactele noi distanţe de parcurs pînă la 4 000 km, rezultatele experienţelor au fost foarte diferite, ele depinzînd de duritatea Brinel a contactelor, de gradul de impregnare al lor cu ulei, de grosimea lor etc. În orice caz, s-a constatat că ungerea conductei aeriene (de contact) prelungeşte simţitor durata de viaţă a contactelor, adică distanţa parcursă.

În concluzie, autorul repetă că, după ce se va ajunge la o tehnologie care să garanteze o calitate constantă (duritate, grad de impregnare etc.) a noilor contacte, acestea vor înlocui cu succes contactele actuale din cărbune, dublînd durata lor de viaţă, evitînd spargerea lor şi murdărirea vehiculelor cu praf de cărbune.

G. C.

CZ 621.382 *Semiconductoare*

CZ. 621.382.232 :669.782.002.2

Eigler, H. **Construcţia redresoarelor cu siliciu** (Die Herstellung von Siliziumleistungsgleichrichtern). În: „Elektrie" **16**, nr. 4, aprilie 1962, p. 115—118, 3 fig.

După o trecere în revistă a principalelor metode pentru construirea redresoarelor cu siliciu, se subliniază înaltul grad

de puritate, care se cere la fabricaţia prin difuziune. În privinţa alegerii siliciului şi a tratării prealabile a cristalelor, se demonstrează că pentru obţinerea unei bune caracteristici de trecere se preferă siliciul *p* de înaltă ohmicitate faţă de siliciul *n*, conducător. Pentru caracteristica de trecere este hotărîtoare obţinerea sau nu a modulaţiei de rezistenţă. În continuare se indică o formulă empirică a tensiunii de străpungere, în funcţie de rezistenţa specifică a păturii-limită de înaltă ohmicitate. Tensiunea de străpungere depinde şi de gradul de compensaţie.

Sarcina normală a siliciului la răcire normală este 1 A/mm². Pentru micşorarea pierderilor nu se trece însă de 0,5 A/mm² la redresoarele industriale. Urmează considerente privind grosimea plăcilor cu cristale, precum şi tăierea şi corodarea acestora, se indică apoi metodele tehnologice privind tehnologia aliajului, producerea stratului obturant (din folie de metal şi din siliciu), precum şi reducerea contactului şi executarea racordului. Se descrie apoi fabricarea celulelor prin presiune în formă de grafit (100 p/cm²) şi încălzirea rapidă (59 — 100°C/min) pînă la temperatura cerută de materialele utilizate. Urmează procedeul difuziunii pentru fabricarea redresoarelor. Ca difuzanţi pentru siliciu se iau în consideraţie fosforul şi borul etc., utilizîndu-se în timpul difuziunii gaze protectoare (N, A_r, H). Pentru aplicarea contactelor se recurge la procedeul platinării electrolitice sau chimice. În încheiere este tratată construcţia exterioară a redresoarelor, insistîndu-se asupra carcasei (închiderea ermetică, răcirea, izolaţia, protecţia contra umidităţii), respectiv asupra măsurilor construc.ive necesare.

G. C.

CZ 621.382.232 :621.315.542.669.782.621.79.02

Vlasák T.: **Instalaţie automată pentru topirea zonală a siliciului.** (Automatische Einrichtung für das Zonenschmelzen von Silizium). În: Elektrie **16**, nr. 5, mai 1962, p. 135—137, 3 fig.

Pentru fabricarea redresoarelor industriale este necesar un siliciu deosebit de pur cu o rezistenţă specifică de cel puţin 100 Ω cm la joncţiunea redresată p-n. În privinţa purităţii siliciului se cere ca în 10^{10} atomi de siliciu să nu fie cuprins decît un atom de corp străin. S-a dovedit că procecedeul de rafinare a siliciului prin topirea pe zone dă rezultatele cele mai sigure. La acest procedeu bara de siliciu (denumită ingot) este fixată într-un tub de cuarţ închis ermetic sau umplut cu un gaz de protecţie. La partea de jos ingotul este topit (printr-o încălzire de înaltă frecvenţă) pe o porţiune (zonă) scurtă, şi împărţit astfel în două părţi. Prin mişcarea în sus a sursei de căldură (sau prin coborîrea ingotului), zona topită se urcă, iar partea de sub această zonă se solidifică, după ce impurităţile, pe care le conţinea, s-au urcat şi ele odată cu zona topită. Operaţia se repetă de mai multe ori — mutînd sursa de căldură de jos în sus de-a lungul ingotului — pînă cînd toate impurităţile se adună la partea de sus a tubului de cuarţ.

Este descrisă o astfel de instalaţie care funcţionează automat şi unde ingotul se află într-o atmosferă de hidrogen. Instalaţia este completă, conţinînd şi generatorul de înaltă frecvenţă, transformatorul pentru reglajul temperaturii, aparatura de electroliză pentru producerea hidrogenului etc. Sînt descrise părţile componente ale acestei instalaţii: motoarele, dispozitivele de fixare şi răcire a tubului de cuarţ, precum şi dispozitivul cu celulă fotoelectrică pentru semnalizarea topirii în zona încălzită în acel moment.

După terminarea operaţiilor de punere în funcţiune, urmează mersul programat al maşinii, în care comanda diferitelor operaţii se realizează prin releuri electronice. Diferitele dispozitive de control opresc maşina la nevoie (de exemplu, cînd dispare tensiunea din reţea, la terminarea cursei etc.) şi o pornesc din nou cînd este cazul, evitîndu-se astfel orice derajamente.

Sînt indicate, în sfîrşit, dimensiunile ingotului şi ale tubului de cuarţ, precum şi limitele de reglaj ale diferitelor viteze.

G.C.

SCURTE ŞTIRI

Încă în cursul anului curent va fi dat în funcţiune, la uzina „Halemba", al doilea turbogenerator. Uzina este destinată pentru arderea deşeurilor de cărbune din minele vecine. Se va utiliza anual circa un milion de tone de deşeuri. Primul turbogenerator care a intrat în exploatare are o o putere de 50 MW.

(Din „Trybuna Ludu" nr. 343/11.12.1962.)

De curînd s-a dat în exploatare la Budapesta cel mai mare generator de curent cu răcire prin apă, de 50 MW.

(Din „ETZ-B" nr. 19, 1962, p. 540.)

Constructorii şi montatorii UERS „Nazarovskaia" au conectat, la data de 10 decembrie 1962, în sistemul energetic, al treilea turbogenerator de o putere de 150 MW. Acest agregat a debitat primul milion de kWh de energie electrică.

Energetica se dezvoltă rapid în Siberia. S-a calculat că, în ultimii cinci ani, puterea instalată a uzinelor din sistemul energetic Krasnoiarsk a sporit de şapte ori.

(Din „Pravda" nr. 345/11.12.1962.)

Denumirea de soare artificial au dat-o specialiştii din Leningrad aparatului care utilizează noua metodă gazo-electrică de tăiere a metalelor. Capul aparatului cu un arc voltaic dezvoltă în timpul funcţionării temperatura de de 20 000°C.

Creat la Institutul de utilaj de sudură electrică, el poate tăia ca un autogen orice metal, inclusiv aliajele : cuprul, oţelul inoxidabil, fonta.

În timpul funcţionării, capul cu arc voltaic este alimentat cu înaltă tensiune. Totodată, spre arc se aduce argon. În mediul acestui gaz inert, sub acţiunea curentului, se dezvoltă o temperatură mai înaltă decît la suprafaţa soarelui.

(Din „Izvestia" nr. 219/9.12.1962.)

Pe povîrnişurile nordice ale munţilor Himalaia din China unde fluviul Tsangpo formează o puternică buclă (cu diferenţa de nivel de circa 2 000 m) se proiectează străpungerea la înălţimea de 7 700 m, a unui tunel de aducţiune de 3 m diametru, care va aduce apa într-un mare lac de acumulare în apropierea oraşului Gyala. Puterea uzinei proiectate va atinge 17 GW.

(Din „ETZ-B" nr. 6, 1962, p. 161 ; în „Wiadomosci Elektrotechniczne" nr. 9, 1962, p. 323).

Compensatoare sincrone pentru ameliorarea factorului de putere se construiesc, în general, cu puteri relativ mici şi se instalează în apropierea receptoarelor. Totuşi, în ultimul timp a apărut tendinţa de a construi compensatoare sincrone de mare putere, utilizînd răcirea cu hidrogen a maşinii. Ele sînt de dimensiuni mai mici şi se comportă mai bine decît maşinile cu răcire aeriană ; afară de aceasta, se dau în exploatare pe teren deschis. În fabrica Ganz din Budapesta se construieşte actualmente un compensator de o putere de 45 MW — răcit cu hidrogen. Maşina urmează să fie dată în funcţiune încă în anul curent la una dintre uzinele din Budapesta.

(Din „Hungaropress — Wirtschaftsinf" nr. 7, 1962, p. 3 ; în „Wiadomosci Elektrotechniczne" nr. 8, 1962, p. 291.)

Prima uzină cu turbine reversibile în Europa va fi uzina poloneză de pompare din Solinie nad Sanem. Ea va fi înzestrată cu două turbine tip Francis de cîte 52 MW, precum şi cu două turbine reversibile. Acestea din urmă vor funcţiona în timpul sarcinii de vîrf ca motoare hidraulice de acţionare a generatoarelor, iar în restul timpului vor funcţiona ca pompe care refulează apa din rezervorul de jos în cel de sus. Aceste turbine au fost comandate în R.S. Cehoslovacă.

(Din „Wz. inf. Technoexport" (R.S.C.) opr. I.B. ; în „Wiadomosci Elektrotechniczne" nr. 10, 1962, p. 356.)

În golful Kislaia Guba din peninsula Kola va începe în curînd construcţia unei uzine ale cărei turbine vor fi acţionate de fluxul oceanului. Uzina experimentală va avea o putere de 1 000 kW. În aceeaşi localitate urmează să se construiască apoi o uzină mare de o putere de 300 MW. Clădirea uzinei experimentale va fi executată ca un bloc prefabricat, care va fi adus pe calea apei la locul amplasării, unde va fi aşezat pe o temelie subacvatică. În scopul uniformizării debitului de energie electrică produsă de această uzină, ea va funcţiona într-o reţea interconectată cu uzinele apropiate hidraulice, construite pe rîuri.

(Din „Energietechnik" nr. 7, 1962, p. 333; în „Wiadomosci Elektrotechniczne nr. 11, 1962, p. 387).

Chiar lîngă trecătoarea peste creasta munţilor kirghizi, la înălţimea de 3 500 m deasupra nivelului mării, s-a creat un centru ştiinţific alpin energetic. Aici vor începe cercetări în laboratoarele Academiei de Ştiinţe din Kirghizia, cu privire la tehnica tensiunilor înalte şi a liniilor de transport de energie electrică.

Unul dintre laboratoarele staţionare a intrat în funcţiune.

Crearea bazei ştiinţifice pentru mediul alpin este strîns legată de problema construirii celei mai mari cascade din lume la uzinele hidroelectrice de pe rîul Narîn (aici este prevăzută construirea a 22 de uzine, cu o putere totală de 7 000 MW).

Numai pe teritoriul Kirghiziei se vor construi peste 2 000 km de linii de transport în munţi, la o înălţime pînă la 3 500 m deasupra nivelului mării.

Noile laboratoare ale Academiei vor avea ca obiectiv soluţionarea problemelor de construcţii economice ale liniilor de transport de energie electrică, de măsuri efective de izolaţie. Oamenii de ştiinţă vor cerceta conductibilitatea electrică a terenurilor în condiţiile îngheţului continuu şi alţi factori.

Un laborator special se va preocupa de problema creării sistemelor locale energetice, care ar cuprinde raioanele cele mai înalte din munţii Teani-Şani-Central, care sînt situaţi departe de liniile existente, ceea ce va permite realizarea electrificării integrale a raioanelor de munte.

(Din „Izvestia" nr. 283/29.11.1962)

La data de 26 noiembrie 1962, la uzina „V. I. Lenin" din Harkov, pentru construcţia maşinilor electrice grele, comisia de stat a recepţionat un turbogenerator sovietic de o putere de 300 MW. Încercările acestei maşini unice, a cărei putere este egală cu puterea întregii uzine hidroelectrice din Kahovka s-au terminat cu succes. După randamentul său maşina depăşeşte cele mai bune maşini similare din S.U.A. După cîteva zile, turbogeneratorul va fi expediat la cea mai mare uzină raională electrică de stat din partea europeană a U.R.S.S., „Pridnieprovskaia".

În general, asemenea maşini sînt destinate pentru uzinele termoelectrice de 1 200 MW şi 2 400 MW. Prin eforturi comune ale constructorilor, tehnologilor şi muncitorilor s-a rezolvat problema răcirii interioare a bobinajelor statorului şi rotorului la 3 000 rot/min, cu ajutorul hidrogenului sub presiune sporită. Bobinajul rotorului „TGV—300" este format din tuburi izolate, care servesc simultan şi drept conductoare electrice, şi drept conducte pentru hidrogen.

Circa 400 de întreprinderi din ţară au participat la crearea maşinii electrice noi. Uzina „Iajnotrubnii" din Nikopol a fabricat, pentru acest turbogenerator, 12 km de ţevi speciale.

Uzina „V. I. Lenin" lucrează în strînsă legătură cu constructorii turbinelor de abur de la uzina vecină „S. M. Kirov". Constructorii de turbine de la această din urmă uzină au terminat în prezent anteproiectul unei turbine de abur de 750 MW.

(Din „Izvestia" nr. 281/27.11.1962.)

INVENŢII

CZ. 621.313.291.3

Maşina unipolară de curent continuu

Maşinile unipolare de curent continuu, utilizate în special ca generatoare, produc o tensiune mică şi un curent foarte mare, ceea ce impune adoptarea unui număr mare de perii şi conduce la pierderi importante, atît prin frecarea periilor pe suprafeţele de contact, cît şi prin căderile de tensiune la suprafaţa de contact şi în periile propriu-zise, încît nu permit folosirea lor la turaţii mari.

Aceste dezavantaje sînt înlăturate de maşina unipolară de curent continuu, de o construcţie specială, mai ales a contactului glisant, concepută de prof. ing. Alex. Nicolau de la Institutul de cercetări electrotehnice; contactul glisant este realizat din metal în stare lichidă (mercur), în care se reduc foarte mult pierderile prin frecare, astfel încît maşina poate fi folosită în mod avantajos la turaţii foarte ridicate.

Maşina se compune din două jumătăţi identice *A* şi *B* (fig. 1), în formă de disc, cuplate mecanic între ele şi conectate electric în serie.

Fiecare dintre cele două discuri *1A* şi *1B* se rotesc în cîmpurile magnetice identice — indicate prin săgeţi — produse de cele două bobine de excitaţie *2A* şi *2B*.

Curentul de excitaţie, comandat prin mijloace cunoscute de către curentul principal (de exemplu printr-un amplificator magnetic) poate da maşinii orice caracteristică, în special caracteristica-serie, necesară motoarelor de tracţiune.

Două inele colectoare de curent *3A* şi *3B*, susţinute de inelele izolante *4A* şi *4B*, formează cei doi poli plus şi minus ai maşinii.

Spaţiul în care se învîrtesc cele două discuri este închis şi sprijinit pe ax de două inele de etanşare *5A* şi *5B*.

Forţele electromotoare în cele două discuri sînt de sens contrar şi ele se adună în serie prin ax, prin care trece deci şi curentul principal.

Contactul dintre discurile *1* şi inelele colectoare *3A* şi *3B* se face în mers, prin mercurul ţinut la periferie de forţa centrifugă, maşinile avînd ax orizontal; inelul de mercur se formează aproape de la începutul funcţionării maşinii la viteze mici.

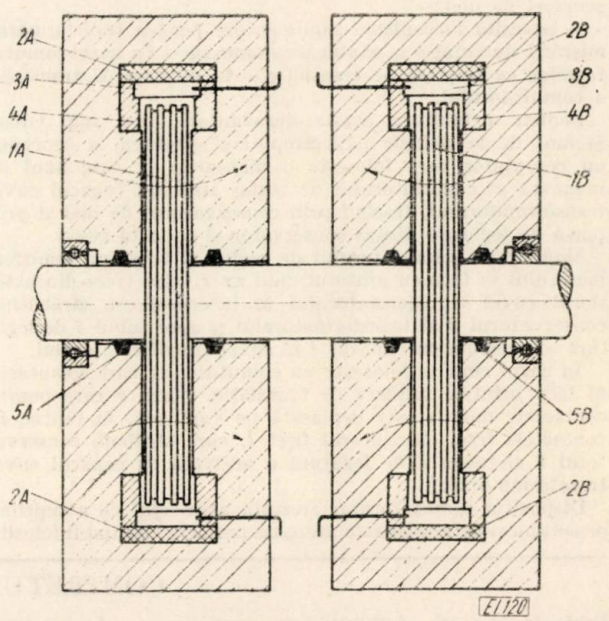


Fig. 1

Dacă inelul de mercur ar fi complet, pierderile ar fi foarte mari, chiar la viteze periferice de ordinul a 40 m/s, şi cu

atît mai mult la viteze ridicate. În soluţia adoptată, discurile sînt dinţate, formînd mai multe inele, din care fiecare poartă numai 20—25% din cantitatea de mercur necesară formării complete a inelului. În felul acesta, pierderile fiecărui inel în parte sînt mici, de ordinul de mărime a 60—100 W, la viteze periferice de 80—120 m/s.

Suprafaţa necesară, ca pierderile ohmice prin pătura de mercur şi periile de contact să fie mici, se capătă făcînd să lucreze mai multe inele în paralel, aşa cum se arată în figură.

Suprafeţele laterale ale discurilor sînt acoperite cu un strat izolant (de exemplu prin fosfatare sau printr-un lac), pentru ca eventualele picături de mercur care scapă să nu dea naştere la scurtcircuitări.

Avantajele maşinii sînt:

Prin această dispoziţie se pot construi maşini cu turaţii foarte mari, pînă la 12 000—15 000 rot/min, care se pot cupla direct fără angrenaje — cu maşini de turaţie mare, ca turbinele de gaze pentru locomotive sau automobile, obţinînd o tensiune convenabilă şi un curent redus.

Prin soluţia aleasă pentru maşină, mercurul nu vine în contact cu nici o piesă a ei — cum ar fi de exemplu bobinele de excitaţie sau lagărele — , iar cantitatea de aer închisă în maşină este atît de redusă încît mercurul nu se poate oxida, iar pierderile de ventilaţie sînt neglijabile.

Pierderile ohmice fiind de asemenea mici ca şi cele de mai sus şi neavînd nici pierderi în fier, nici pierderi suplimentare ca la maşinile obişnuite, randamentul acestor maşini este de circa 98%.

Prin soluţia aleasă, maşina este de o construcţie simplă, are o uzinare redusă şi o întreţinere practic nulă. Maşina poate suporta uşor vibraţii — cum ar fi în cazul motoarelor de tracţiune — fără să se deterioreze.

CZ 621.316.543.3 :621.316.722.1 :621.314.2

Comutator pentru reglajul tensiunii la transformatoare

Comutatoarele folosite pentru reglajul tensiunii transformatoarelor de forţă, utilizate în reţelele electrice, prezintă dezavantajele următoare:

— necesită o presetupă;

— defecte de etanşare care conduc, în unele cazuri, la scurgeri de ulei;

— necesită mecanisme suplimentare pentru transformarea mişcării de rotaţie a axului de manevră — în cazul comutatoarelor cu mişcare de translaţie — în mişcare de translaţie a comutatorului.

Pentru a înlătura aceste dezavantaje, tov. ing. Grosu Ştefan, de la uzinele „Electroputere"-Craiova, a conceput un comutator care foloseşte o dispoziţie în care axul de manevră al comutatorului de reglaj străbate capacul cuvei transformatorului, trecînd prin conservatorul de ulei şi prin ţeava de legătură dintre conservator şi capacul cuvei.

Manevrarea comutatorului de reglaj al tensiunii transformatorului se face cu ajutorul unui ax *1*, care trece din exteriorul cuvei transformatorului în interiorul ei, străbătînd conservatorul *2* al transformatorului şi apoi tubul *3* de legătură al acestuia cu capacul *4* al cuvei transformatorului.

În cazul cînd se foloseşte un comutator la care comutarea se face printr-o mişcare de translaţie, piesa *5* care poartă contactele mobile este deplasată pe verticală, în raport cu contactele fixe, cu ajutorul tijei *1*, care străbate conservatorul *2* şi ţeava *3* de legătură a acestuia cu capacul cuvei transformatorului.

Dispoziţia comutatorului prezintă avantajul de a suprima presetupa şi de a asigura o etanşare perfectă, putînd fi folosită şi pentru acţionarea directă a comutatorului în cazul cînd comutarea se face printr-o mişcare de translaţie.

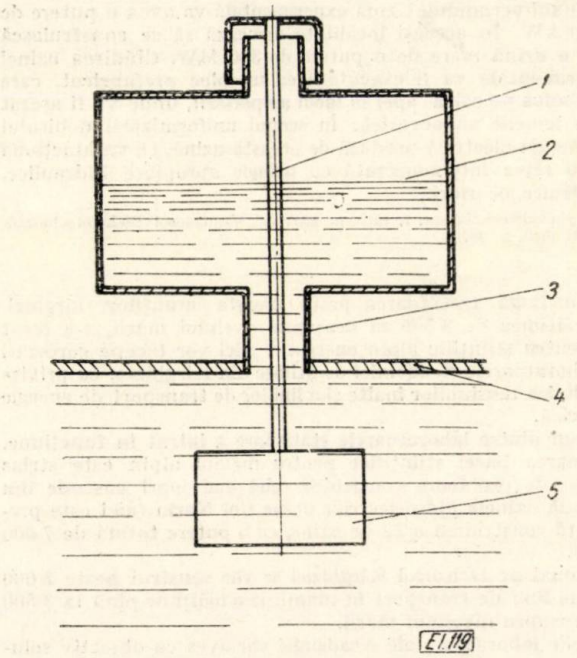


Fig. 1.

CZ 621.327.42 : 535.376

Perfecţionări referitoare la izvoarele de radiaţii cu strat luminescent

Titular: N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Eindhoven/Olanda
Brevet R.P.R. nr. 2199/41300

Invenţia se referă la izvoarele de radiaţii formate din combinarea unui tub cu descărcări în gaze sau vapori şi a unui strat luminescent. De asemenea se mai referă la luminoforii folosiţi în asemenea strat luminescent şi la o metodă de fabricare a acestor substanţe.

Cele mai importante condiţii impuse luminoforilor sînt:

— radiaţia ultravioletă produsă de descărcarea în gaze sau vapori să se transforme cu un randament mare şi distribuţia spectrală (a luminii emise) să fie corespunzătoare, astfel încît culorile obiectelor iluminate să fie redate cît mai natural cu putinţă.

În scopul arătat poate fi folosit, ca prim element, un amestec de halogenofosfat de calciu activat cu stibiu, cu luminescenţă albastră şi, ca al doilea element avînd maximul emisiei în domeniul spectral al lungimilor mari de undă —, metasilicatul de calciu activat cu plumb şi mangan. În locul primului element mai poate fi folosit şi wolframatul de magneziu.

De asemenea, în locul amestecului de mai sus se poate folosi şi halogenofosfatul de calciu activat cu mangan şi stibiu. Emisia acestui luminofor pe o porţiune mare a spectrului este de aşa natură încît asigură o redare satisfăcătoare a culorilor.

(Acest material a fost redactat de Biroul de Brevete şi Invenţii pentru străinătate de pe lîngă Camera de Comerţ a R.P.R.)

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. Pl. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R. P. R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, Laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, Laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ, membru corespondent al Academiei R.P.R., Laureat al Premiului de Stat.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia, Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu. Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 071149 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 432.

SOMMAIRE

CD 621.313.322.072.2

Corlăţeanu, V. : **Systèmes modernes d'excitation et de réglage de la tension des machines synchrones.**

Electrotehnica, **11** (1963) no. 3, p. 81–86

La littérature technique contient de nombreuses indications techniques et économiques sur les nouveaux types des machines synchrones de grande puissance. L'article synthétise les nouvelles tendances dans le choix des systèmes d'excitation et de réglage, du point de vue de la construction et de l'exploitation.

CD 621.313.333.042.3

Bunea, V. : **Machines électriques à rainures fermées.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 87–95

L'article présente les caractéristiques d'un moteur asynchrone à rainures fermées, ainsi que la méthode de calcul. On donne comme exemple un moteur de 4 kW, 3000 rot/min.

CD 621.311.1 : 061.3 CIGRÉ „1962"

Constantinescu, E. et *Groza, L.* : **Les travaux de la 19-ème Session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques (CIGRÉ).**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 95–98

CD 621.355.9 : 546.57

Lică, S. et *Ştefănescu, M.* : **Considérations sur l'amélioration des caractéristiques électriques des accumulateurs oxyde de zinc-argent.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 98–102

Les auteurs montrent que l'introduction des poudres métalliques dans la masse active de l'électrode négatif augmente la capacité de l'accumulateur. La poudre d'un amalgame oxyde de zinc-cadmium produit la plus importante augmentation de la capacité de l'accumulateur, ainsi que l'accroissement du nombre des cycles de plus de 20 % par rapport à l'accumulateur normal oxyde de zinc-argent.

POUR LE JEUNE INGÉNIEUR

CD 621.315.2 : 621.312 (498)

Cruceru, C. : **Nouvelles tendances dans la fabrication des câbles et des conducteurs électriques à courants forts.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 102–108

L'article présente les réalisations et les tendances de l'Usine de câbles et machines électriques (FCME) afin d'établir de nouveaux projets pour les câbles et les conducteurs avec isolement de papier, de caoutchouc ou PCV. L'auteur fait quelques appréciations sur l'économie des matériaux et l'augmentation de la productivité du travail.

NOTES

CD 621.315.616.96 : 621.315.514

Capotă, I. et *Podani, E.* : **Laque basée sur des élastomères polyuréthanes pour la protection des câbles flexibles des machines électriques.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 108–111

DE L'EXPERIENCE DE L'U.R.S.S., 111—112
COMPTES-RENDUS, 112—114
EXTRAITS, 115—118
BRÈVES INFORMATIONS, 118—119
INVENTIONS, 119—120

CONTENTS

DC 621.313.322.072.2

Corlăţeanu, V. : **Modern voltage excitation and regulation of synchronous machines.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 81–86

The technical press includes numerous technical and economical details about new types of already built high power synchronous machines. This articles deals, from the builder's and the exploitations point of view, with new trends in choosing excitation and regulation systems. Some examples are also given to illustrate these trends.

DC 621.313.333.042.3

Bunea V. : **Electric machines with closed slots.**

Electrotehnica, **11** (1963) no. 3, p. 87–95

The characteristics of a synchronous motor with closed slots and its calculation are discussed. The example is given for a 4 kW, 3000 rpm motor.

DC 621.311.1 : 061.3 CIGRÉ „1962"

Constantinescu, E. and *Groza L.* : **Proceedings of the 19-th Session of the CIGRÉ.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 95–98

DC 621.355.9 : 546.57

Lică, S. and *Ştefănescu M.* : **Considerations on the improvement of the electric characteristics of zinc oxide — silver storage batteries.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 98–102

The authors discuss the introduction of metallic powders in the active mass of a negative electrode which leads to an increase of the accumulator's capacity. Powdered zinc oxide — cadmium amalgam gives the biggest increase of capacity and increases the number of the cycles by 20 % as compared with the usual zinc oxide — silver accumulators.

FOR YOUNG ENGINEERS

DC 621.315.2 : 621.312 (498)

Cruceru, C. : **New trends in manufacturing power cables and conductors.**

Electrotehnica, **11** (1963), no 3, p. 102–108

The article shows trends and achievements of the Cable works (FCME) realising a new design for cables and conductors insulated with paper, rubber or PCV. Some considerations on the saving of material and the increase of labour productivity are also included.

NOTES

DC 621.315.616.96 : 621.315.514

Capotă, I. and *Podani, E.* : **Polyurethane elastomer lacquer used for protection of flexible cables in electric machines.**

Electrotehnica, **11** (1963), no. 3, p. 108–111

FROM THE EXPERIENCE OF THE U.R.S.S., 111–112
BOOK REVIEW, 112–114
ABSTRACTS, 115–118
BRIEF NEWS, 118–119
PATENTS, 119–120

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3.047

ORGANE DIVERSE ŞI PĂRŢI CONSTITUTIVE ALE MAŞINILOR. CAPTAREA CURENTULUI

CZ 621.3.047.2/4

Desbruslais, E. L.

Întreţinerea periilor şi a colectorului. In : Electr. Rev. **170**, nr. 12, 23 mar. 1962, p. 533—535, 1 fig.

CZ 621.3.047.43

May, M. S.

Densitatea curentului în periile de cărbune. In : Electr. Engng. **81**, nr. 3, 1962, p. 208—209, 1 tab., 1 ref. bibl.

CZ 621.3.047.43.014.2

Schröter, F.

Posibilităţile de comutare a periilor de cărbune. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-B) **14**, nr. 3, 5 febr. 1962, p. 49—55, 11 fig., 4 tab. 11 ref. bibl.

CZ 621.313.2 **MAŞINI DE CURENT CONTINUU**

CZ 621.313.2(083.7)

Berger, L.

Despre standardizarea maşinilor de curent continuu. In : Elektrie **16**, nr. 2, febr. 1962, p. 42—43, 1 tab.

CZ 621.313.2 — 712.2

Sidorov, P.O.

Răcirea maşinilor de curent continuu capsulate. In : Elektricestvo **83**, nr. 9, sept. 1962, p. 60—63, 4 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.313.333 **MOTOARE ASINCRONE**

CZ 621.313.333.012.6

Kutsevalov, M. V.

Comparaţie între performanţele şi proprietăţile unei maşini cu inducţie cu rotoare masive şi normale. In : Elektricestvo **83**, nr. 9, sept. 1962, p. 27—33, 9 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.2 **TRANSFORMAREA CURENTULUI ALTERNATIV**

CZ 621.314.2.011.3.001.2

Murakovskaia, A.M.

Calculul inductanţei de dispersie a transformatoarelor. In : Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 28—32, 6 fig., 2 tab., 5 ref. bibl.

CZ 621.414.2.013.5.001.24

Datscheff, A.P.

Calculul tensiunii de dispersare a transformatoarelor cu înfăşurări secţionate. In : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 18, 27 aug. 1962, p. 580—587, 8 fig., 3 tab., 4 ref. bibl.

CZ 621.314.21.+621.314.22.08 : 061.4 (43—2.27) „1962"

Frank, A. şi *Kaltofen, A.*

Electrotehnica la târgul industrial de la Hanovra 1962. Transformatoare de putere şi transformatoare de măsură. In : Elektroteh. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 13, 18 iun. 1962, p. 417—422, 19 fig.

CZ 621.314.6 : 621.316.72

Suva, S. şi Zateska, L.

Metodă simplă pentru reglarea curentului şi a tensiunii redresoarelor mici. In : Automatizace **5**, nr. 4, apr. 1962, p. 105—106, 4 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.315.6 **MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE**

CZ 621.315.624.4 :621.317.333.82

Alexandrov, M. G. şi Ivanov, L.V.

Studiul rigidităţii dielectrice a intervalelor de aer şi lanţurilor de izolatoare sub acţiunea şocurilor de conectare. In : Elektricestvo **82**, nr. 9, sept. 1962, p. 33—39, 8 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.315.626.1 : 665.593

Mracek, J.

Lipirea armăturilor metalice la izolatoarele de trecere din porţelan. In : Sklar a Keram (R.S. Cehoslovacă) **12**, nr. 4, apr. 1962, p. 135—137, 5 fig., 2 tab.

CZ 621.316 **DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAŢIE. DISPOZITIVE DE PROTECŢIE**

CZ 621.316.57.064.25

Ionov, V. V.

Modul de suflare cu gaz, longitudinal-transversal, la întreruptoarele cu ulei. In : Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 51—55, 4 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.316.9.003.1

Edwin, K. şi Pörner, F.

Eficienţa economică a dispozitivelor de protecţie. In : ÖZE **15**, nr. 3, mar. 1962, p. 71—78, 5 fig., 3 tab.

CZ 621.317 **TEHNICA MĂSURILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ**

CZ 621.317

Brüderlin, R.

Aparate şi procedee moderne pentru tehnica măsurării electrice. In : Elektrizitätsverwertung **37**, nr. 3—4, mar. —apr. (1962), p. 87—94, 9 fig.

CZ 621.317.336.6

Neyman, R.L. ş.a.

Metodă pentru măsurarea precisă a rezistenţei conductoarelor pe secţiuni complicate. In : Elektricestvo **82**, nr. 9, sept. 1962, p. 1—7, 5 fig., 14 ref. bibl.

CZ 621.317.7.087

Jahn, H.

Reprezentare numerică simplă la aparatele analoge cu ac indicator In : Elektrotechn. Z. (ETZ-B) **14**, nr. 7, apr. 1962, p. 179—180, 3 fig.

CZ 621.318 **APLICAŢIILE INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR**

CZ 621.318.12

Nou material magnetic permanent. In : Mater. Design. Engng. **55**, nr. 1, 1962, p. 17, 151, 2 ref. bibl.

CZ 621.318.12.019.3

Sery, R. S., Lundsten, R. H. şi Gordon, D. J.

Cum afectează radiaţia şi căldura materialele magnetice permanente. In : Mater. Design. Engng. **55**, nr. 1, 1962, p. 90—92, 133, 1 fig., 2 tab., 6 ref. bibl.

CZ 621.319 **APLICAŢIILE INDUSTRIALE ALE ELECTROSTATICII**

CZ 621.319.4.05.33

Daşuk, P. N. ş.a.

Alegerea tensiunilor de regim la condensatoarele cu impuls. In : Elektroprom. **33**, nr. 9, sept. 1962, p. 49—53, 4 fig., 2 tabl., 4 ref. bibl.

CZ 621.319.53.07

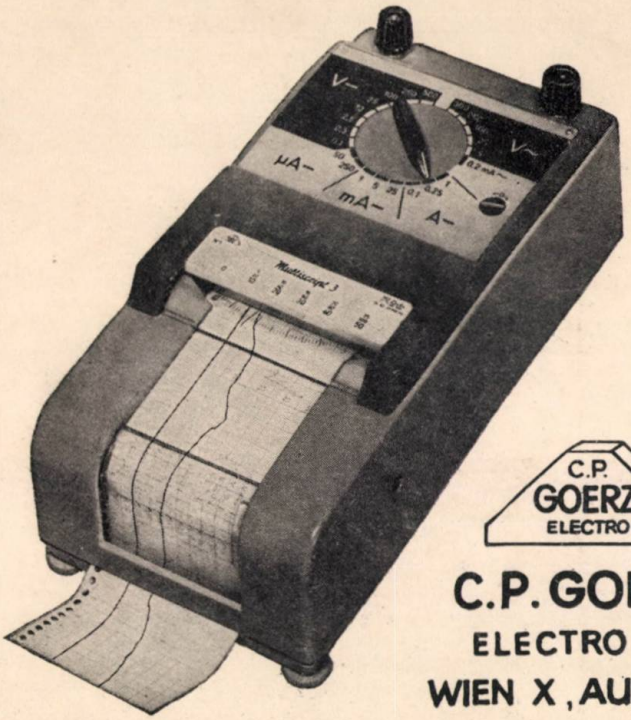
Lampe, W.

Declanşarea de generatoare de şoc cu un domeniu larg de lucru. In : Electrotehn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 18, 27 aug. 1962, p. 591—596, 11 fig., 15 ref. bibl.

MĂSURĂRI
ÎNREGISTRĂRI
SUPRAVEGHERI

Cu ajutorul aparatului de măsură multiplu înregistrator

MULTISCRIPT



MULTISCRIPT 1
666 Ω/V
27 scări de măsură
de curent
tensiune
temperatură

MULTISCRIPT 3
20 000 Ω/V
22 scări de măsură
de curent
tensiune

C.P. GOERZ ELECTRO

C.P. GOERZ
ELECTRO A.G.
WIEN X, AUSTRIA

Se poate procura prin TEHNOIMPORT, Bucureşti, str. Doamnei nr. 5

HANNOVER MESSE

1963 28 aprilie – 7 mai

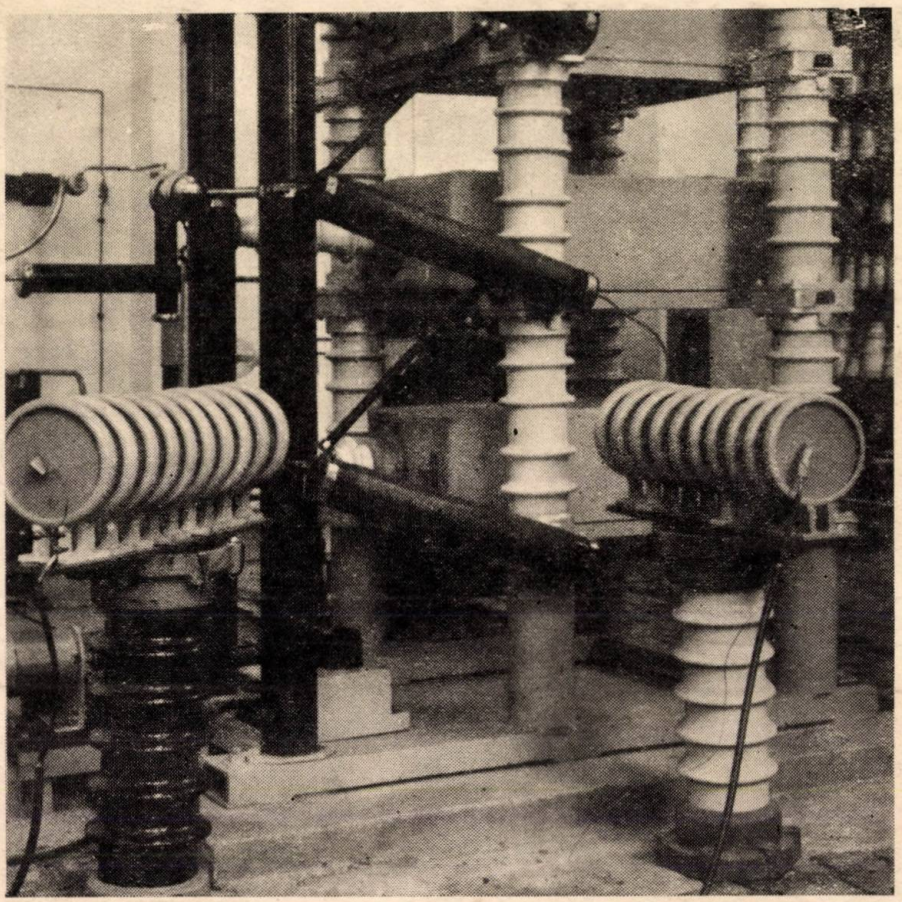
20 PAVILIOANE SPECIALIZATE ÎNTR-UN MARE TÎRG DE MOSTRE

Astfel denumeşte ziarul „Göteborg's Handel- soch Sjöfarts-Tidning" tîrgul de mostre de la Hanovra, iar ziarul „Frankfurter Allgemeine Zeitung" afirmă că este un tîrg internaţional complet. Exponatele prezentate la acest mare tîrg sînt reprezentative atît sub aspectul varietăţii sortimentelor expuse, cît şi din punct de vedere teritorial.

Printre cei 4 400 expozanţi germani şi 1 100 expozanţi din alte 25 ţări industriale ale Europei şi Americii de Nord, se află firme de mare prestanţă. Ele sînt larg reprezentate la tîrgul de la Hanovra prin intermediul organizaţiilor lor comerciale, ca şi întreprinderile mijlocii de altfel (care reprezintă ponderea cea mai mare a expozanţilor) şi întreprinderile mici cu un grad avansat de specializare a producţiei.

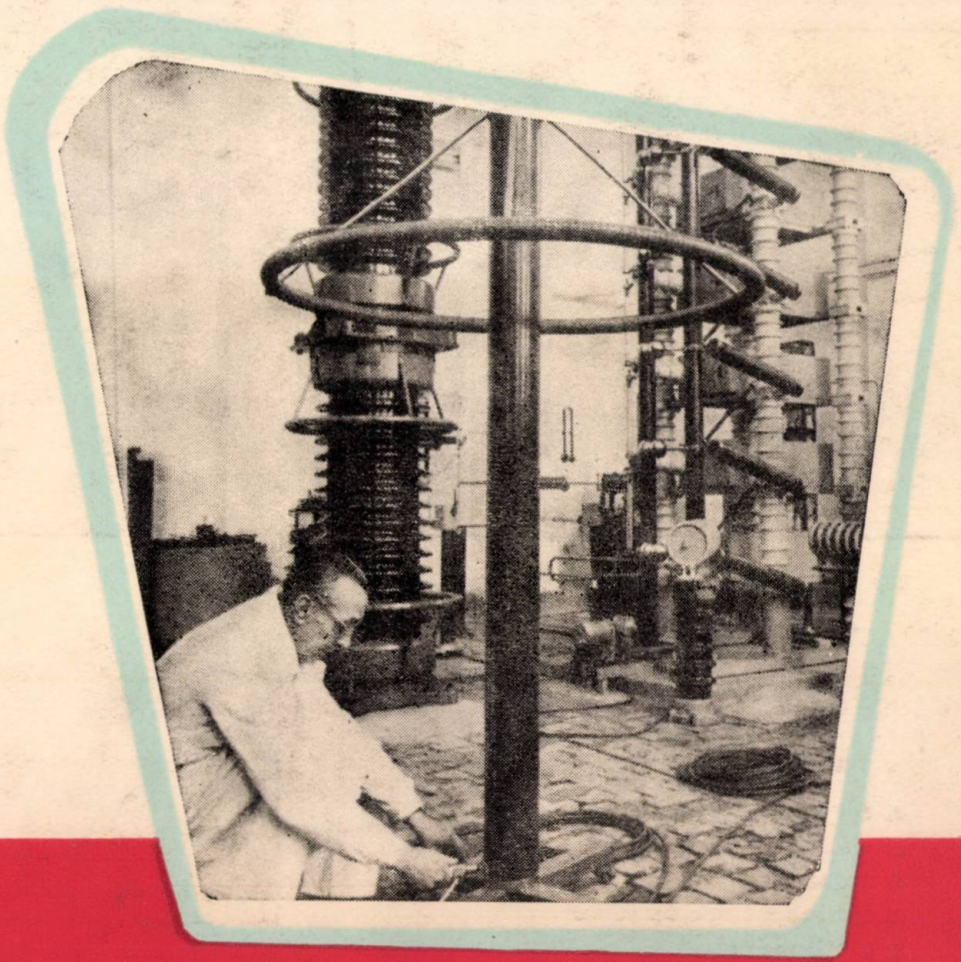
Timp de 10 zile, 40 000 tehnicieni şi reprezentanţi comerciali stau la dispoziţia celor interesaţi pentru prezentarea instalaţiilor, agregatelor şi bunurilor de consum expuse în standuri şi pe terenurile expoziţiei.

Această expoziţie prilejuieşte întîlniri cu reprezentanţii autorizaţi ai firmelor expozante, ale căror rezultate se fac cunoscute atît la Tîrgul de mostre din Hanovra cît şi după închiderea lui.



E 2040

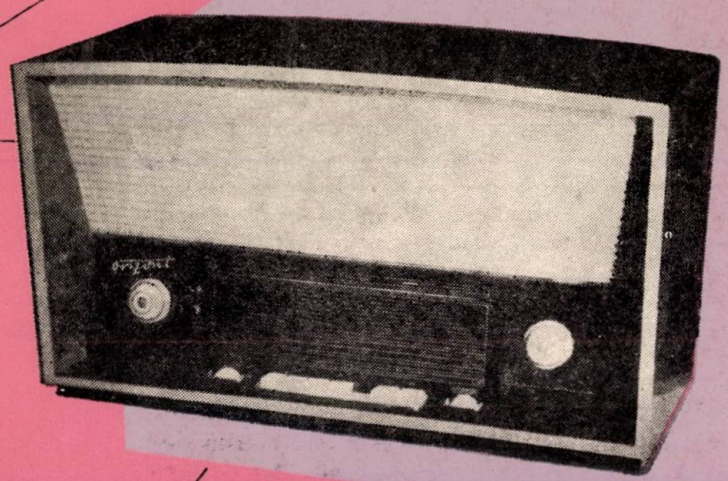
ELECTROTEHNICA



4

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 4 ★ p. 121—160 ★ aprilie 1963

orizont



CUMPĂRAȚI CU ÎNCREDERE, RADIO-RECEPTORUL „ORIZONT" REALIZAT DE UZINELE „ELECTRONICA"

Sensibil, selectiv, reproducere sonoră perfectă

- ▲ 5 + 2 tuburi electronice
- ▲ claviatură cu 7 clape
- ▲ 5 game de unde
- ▲ indicator optic de acord
- ▲ 2 difuzoare

Electronica

Caseta armonios îmbinată și cu o rezonanță ireproșabilă, dă o notă de eleganță oricărui interior

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 4 aprilie 1963

CUPRINS

CZ 621.3.016.23

Nedelcu, V. N. : **Puterea aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

După ce se arată cîteva aspecte inconsistente ale teoriei clasice a puterii aparente şi reactive a sistemelor sinusoidale monofazate, se defineşte mărimea „putere aparentă complexă instantanee" a sistemelor monofazate (9, 10), relevîndu-se legătura dintre această mărime şi puterea instantanee (8), puterea reactivă instantanee (11), puterea complexă aparentă (15), puterea aparentă complexă instantanee fluctuantă (17). Se arată de asemenea că semnul puterilor activă şi reactivă, medii sau instantanee, rezultă în mod univoc în funcţie de defazajul dintre fazorii complecşi de tensiune şi curent, luîndu-se în considerare mărimile complex conjugate $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectiv $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$; în consecinţă aşa-numita problemă a semnului puterii active şi reactive, care se asociază cu expresia puterii aparente complexe, este lipsită de sens.

CZ 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu C., Toma Gn. şi *Năzdrăvan, I.* : **Premisele tehnico-economice considerate la realizarea seriilor de transformatoare cu tablă laminată la rece de la 6,3 la 80 MVA şi 110 kV.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Se prezintă rezultatele calculului tehnico-economic şi elementele noi în construcţia noilor serii de transformatoare de 110 kV.

CZ 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I. : **Încercarea siguranţelor de înaltă tensiune şi mare putere în circuit oscilant.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4. 136—140

Se prezintă circuitul oscilant propus pentru încercarea la putere de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune, circuit care a rezultat după analiza critică a altor cîteva circuite. Se expun de asemenea fenomenele fizice care apar în circuitul oscilant la încercarea siguranţelor, şi echivalarea acestora cu fenomenele fizice care apar în aceleaşi condiţii de încercare în reţelele sau în laboratoarele dotate cu generatoare de şoc. Rezultă că siguranţele de înaltă tensiune pot fi încercate în bune condiţii în circuit oscilant realizîndu-se totodată economii importante.

CZ 621.352.32.001.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. şi *Năstase, C.* : **Baterii galvanice cu caracteristici superioare fabricate cu tipuri de bioxid de mangan de mare activitate.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4. 141—149

Se prezintă soluţia pe baza căreia tipurile cele mai active de bioxid de mangan pot fi folosite cu succes ca principal component în depolarizantul bateriilor tip Zn-MnO_2. Soluţia este dată pe baza studiului corelaţiei dintre activitatea şi structura materialelor, a raportului C/MnO_2 în depolarizant şi a caracteristicilor electrice ale bateriilor galvanice de 4,5 V. Se dau date experimentale privind utilizarea minereului de oxizi de mangan romînesc, avînd 60—65 % MnO_2 şi cifra de activitate 60—85 cm^3 N_2, cu care s-au obţinut la baterii caracteristici superioare. Se prezintă de asemenea performanţele realizate prin extinderea soluţiei la folosirea bioxidului de mangan artificial ca principal component în depolarizant.

RECENZII, 150—151
REFERATE, 151—152
CRONICA, 153—158
SCURTE ŞTIRI, 158
INVENŢII, 159—160

Fotografia de pe coperta I reprezintă montarea unui divizor de tensiune în circuitul generatorului de impuls de 1 MV la ICET, iar fotografia de pe coperta a IV-a un strung Universal S3 cu acționare electrică elaborată de ICET.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.3.016.23

Nedelcu, V. N.: **Мгновенная комплексная кажущаяся мощность синусоидальных систем.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

В статье указывается на некоторые несостоятельные аспекты классической теории кажущейся и реактивной мощностей однофазных синусоидальных систем и затем определяется величина, называемая „мгновенной комплексной кажущейся мощностью" однофазных систем (9, 10), причем выявляется связь между этой величиной и мгновенной мощностью (8), мгновенной реактивной мощностью (11), кажущейся комплексной мощностью (15) и мгновенной колебтельной комплексной кажущейся мощностью (17).

ДК 621.314.2.002 : 621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. и *Năzdrăvan, I.:* **Технико-экономические предпосылки создания серий трансформаторов с холоднокатаной листовой сталью на 110 кв, в диапазоне мощностей 6.3—80 Мва.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Представляются результаты технико-экономического расчета и новые элементы конструкции новых серий трансформаторов на 110 кв.

ДК 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I.: **Испытание высоковольтных предохранителей большой мощности в колебатольном контуре.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

Представляется колебательный контур, предложенный для испытания на разрывную мощность высоковольтных предохранителей. Этот контур является результатом критического анализа некоторых других контуров. Также излагается физические явления, возникающие в колебательном контуре при испытании предохранителей и их эквивалентность с теми физическими явлениями, которые появляются в тех же условиях испытания в сетях и лабораториях, оснащенными генераторами импульсного напряжения.

ДК 621.352.32.001.5(498)

Barosu M., Sudreşan, S. и *Năstase, C.:* **Высококачественные гальвнические батарем, содержащие типы марганца большой активности.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Представляется спосо5, на основании которого наиболее активные типы двуокиси марганца могут успешно применяться в качестве главного компонента деполяризатора 5атарей типа Zn — MnO_2. Спосо5 был найден на основании изучения взаимосвязи между активностью и структурой материалов, отношения C/M O_2 в деполяризацторе и электрических характеристик гальванических 5атарей на 4,5 в. Приводятся опытные данные относительно применения румынской руды марганцевых окисей, содержащих 60—65 % MnO_2 и обладающей коэффициентом активности 60—85 $см^3$ N_2, с помощью которой 5ыли достигнуты высокие характеристики элементов.

РЕЦЕНЗИЙ, 150—151

РЕФЕРАТЫ, 151—152

ХРОНИКА, 153—158

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, 158

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО, 159—160

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3.016.23

Nedelcu, V. N.: **Komplexe Augenblicks-Scheinleistung harmonischer Stromsysteme.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

Nach Erwähnung einiger in der klassischen Theorie nicht genügend geklärter Fragen der Schein- und Blindleistung harmonischer einphasiger Systeme unternimmt der Verfasser eine Begriffsbestimmung der Grösse der komplexen Augenbliksc-Scheinleistung" einphasiger Netze (9,10) mit Hervorhebung der Beziehungen zwischen dieser Grösse und der Augenblicks-Leistung (8), der Augenblicks-Blindleistung (11), der komplexen Scheinleistung (15) und der komplexen umlaufenden Augenblicks-Scheinleistung. Es wird nachgewiesen, dass sich das Vorzeichen der Mittel-oder Augenblickswerte, der Wirk-und Blindleistung, eindeutig ergibt als Funktion der Phasenverschiebung zwischen den komplexen Spannungs und Stromzeigern wobei die komplexen Grössen einander konjugien $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, bzw. $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$, in Betracht gezogen werden. Folglich kann die Frage des Vorzeichens der Wirk- und Blindleistung nicht im Zusammenhang mit der komplexen Scheinleistung gestellt werden.

DK 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. und *Năzdrăvan, I.*: **Die bei Planung der Transformatorenreihe mit kaltgewalzten Blechen für 6,3—80 MVA, 110 kV in Betracht gezogenen technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen werden erörtert.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Es werden die Ergebnisse der technischen und wirtschaftlichen Berechnungen sowie die neuen Elemente der Transformatorenreihe für 110 kV dargestellt.

DK 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I.: **Versuche mit Hochspannungs-Sicherungen für hohe Leistungen in Schwingungskreisen.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

Der Aufsatz erörtert den für Schaltleistungsversuche von Hochspannungssicherungen nach Untersuchung anderer Kreise vorgeschlagenen Schwingungskreis. Es werden die im Schwingungskreis bei Vornahme der Versuche auftretenden physischen Vorgänge beschrieben, die mit den bei gleichen Versuchsbedingungen in Netzen oder mit Stossgeneratoren ausgerüsteten Laboratorien auftretenden Vorgängen verglichen werden. Daraus ergibt sich, dass Hochspannungssicherungen mit guten Ergebnissen und mit bedeutenden Kostenersparnissen in Schwingungskreisen versucht werden können.

DK 621.352.32.001.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. und *Năstase, C.*: **Aus besonders aktiven Mangandioxyd hergestellte galvanische Batterien mit hervorragenden Eigenschaften.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Es wird ein Verfahren angegeben, auf Grund dessen die aktivsten Typen von Mangandioxyd erfolgreich als wichtigstes Bestandteil des Depolarisators für Batterien Type $ZnMnO_2$ verwendet werden können. Das Verfahren fusst auf der Untersuchung von Abhängigkeiten zwischen Wirkung und Struktur der Stoffe, des Verhältnisses C/MnO_2 in Depolarisatoren und den elektrischen Eigenschaften galvanischer Batterien von 1,5 V. Es werden Ergebnisse von mit inländischen Manganoxyd-Erze unternommenen Versuchen angeführt (bei 60—65 % MnO_2 und Wirkkennzahl 60—85 cm^3 N_2, mit denen hervorragende Ergebnisse erzielt wurden. Weiter werden Ergebnisse der durch Ausweitung der Lösung auf künstlich hergestelltes Mangandioxyd vorgenommene Versuche angegeben.

BUCHBESPRECHUNGEN, 150—151

REFERATE, 151—152

CHRONICK, 153—158

KURZBERICHTE, 158

ERFINDUNGEN, 159—160

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.3.016.23

Nedelcu, V. N.: **Мгновенная комплексная кажущаяся мощность синусоидальных систем.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

В статье указывается на некоторые несостоятельные аспекты классической теории кажущейся и реактивной мощностей однофазных синусоидальных систем и затем определяется величина, называемая „мгновенной комплексной кажущейся мощностью" однофазных систем (9, 10), причем выявляется связь между этой величиной и мгновенной мощностью (8), мгновенной реактивной мощностью (11), кажущейся комплексной мощностью (15) и мгновенной колебтельной комплексной кажущейся мощностью (17).

ДК 621.314.2.002 : 621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. и *Năzdrăvan, I.:* **Технико-экономические предпосылки создания серий трансформаторов с холоднокатаной листовой сталью на 110 кв, в диапазоне мощностей 6.3—80 Мва.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Представляются результаты технико-экономического расчета и новые элементы конструкции новых серий трансформаторов на 110 кв.

ДК 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I.: **Испытание высоковольтных предохранителей большой мощности в колебатольном контуре.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

Представляется колебательный контур, предложенный для испытания на разрывную мощность высоковольтных предохранителей. Этот контур является результатом критического анализа некоторых других контуров. Также излагается физические явления, возникающие в колебательном контуре при испытании предохранителей и их эквивалентность с теми физическими явлениями, которые появляются в тех же условиях испытания в сетях и лабораториях, оснащенными генераторами импульсного напряжения.

ДК 621.352.32.001.5(498)

Barosu M., Sudreşan, S. и *Năstase, C.:* **Высококачественные гальвнические батарем, содержащие типы марганца большой активности.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Представляется спосо5, на основании которого наиболее активные типы двуокиси марганца могут успешно применяться в качестве главного компонента деполяризатора 5атарей типа Zn — MnO_2. Спосо5 был найден на основании изучения взаимосвязи между активностью и структурой материалов, отношения C/M O_2 в деполяризацторе и электрических характеристик гальванических 5атарей на 4,5 в. Приводятся опытные данные относительно применения румынской руды марганцевых окисей, содержащих 60—65 % MnO_2 и обладающей коэффициентом активности 60—85 $см^3$ N_2, с помощью которой 5ыли достигнуты высокие характеристики элементов.

РЕЦЕНЗИЙ, 150—151

РЕФЕРАТЫ, 151—152

ХРОНИКА, 153—158

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, 158

ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО, 159—160

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3.016.23

Nedelcu, V. N.: **Komplexe Augenblicks-Scheinleistung harmonischer Stromsysteme.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

Nach Erwähnung einiger in der klassischen Theorie nicht genügend geklärter Fragen der Schein- und Blindleistung harmonischer einphasiger Systeme unternimmt der Verfasser eine Begriffsbestimmung der Grösse der komplexen Augenbliksc-Scheinleistung" einphasiger Netze (9,10) mit Hervorhebung der Beziehungen zwischen dieser Grösse und der Augenblicks-Leistung (8), der Augenblicks-Blindleistung (11), der komplexen Scheinleistung (15) und der komplexen umlaufenden Augenblicks-Scheinleistung. Es wird nachgewiesen, dass sich das Vorzeichen der Mittel-oder Augenblickswerte, der Wirk-und Blindleistung, eindeutig ergibt als Funktion der Phasenverschiebung zwischen den komplexen Spannungs und Stromzeigern wobei die komplexen Grössen einander konjugien $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, bzw. $\overleftrightarrow{s}$, in Betracht gezogen werden. Folglich kann die Frage des Vorzeichens der Wirk- und Blindleistung nicht im Zusammenhang mit der komplexen Scheinleistung gestellt werden.

DK 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. und *Năzdrăvan, I.*: **Die bei Planung der Transformatorenreihe mit kaltgewalzten Blechen für 6,3—80 MVA, 110 kV in Betracht gezogenen technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen werden erörtert.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Es werden die Ergebnisse der technischen und wirtschaftlichen Berechnungen sowie die neuen Elemente der Transformatorenreihe für 110 kV dargestellt.

DK 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I.: **Versuche mit Hochspannungs-Sicherungen für hohe Leistungen in Schwingungskreisen.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

Der Aufsatz erörtert den für Schaltleistungsversuche von Hochspannungssicherungen nach Untersuchung anderer Kreise vorgeschlagenen Schwingungskreis. Es werden die im Schwingungskreis bei Vornahme der Versuche auftretenden physischen Vorgänge beschrieben, die mit den bei gleichen Versuchsbedingungen in Netzen oder mit Stossgeneratoren ausgerüsteten Laboratorien auftretenden Vorgängen verglichen werden. Daraus ergibt sich, dass Hochspannungssicherungen mit guten Ergebnissen und mit bedeutenden Kostenersparnissen in Schwingungskreisen versucht werden können.

DK 621.352.32.001.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. und *Năstase, C.*: **Aus besonders aktiven Mangandioxyd hergestellte galvanische Batterien mit hervorragenden Eigenschaften.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Es wird ein Verfahren angegeben, auf Grund dessen die aktivsten Typen von Mangandioxyd erfolgreich als wichtigstes Bestandteil des Depolarisators für Batterien Type $ZnMnO_2$ verwendet werden können. Das Verfahren fusst auf der Untersuchung von Abhängigkeiten zwischen Wirkung und Struktur der Stoffe, des Verhältnisses C/MnO_2 in Depolarisatoren und den elektrischen Eigenschaften galvanischer Batterien von 1,5 V. Es werden Ergebnisse von mit inländischen Manganoxyd-Erze unternommenen Versuchen angeführt (bei 60—65 % MnO_2 und Wirkkennzahl 60—85 cm^3 N_2, mit denen hervorragende Ergebnisse erzielt wurden. Weiter werden Ergebnisse der durch Ausweitung der Lösung auf künstlich hergestelltes Mangandioxyd vorgenommene Versuche angegeben.

BUCHBESPRECHUNGEN, 150—151
REFERATE, 151—152
CHRONICK, 153—158
KURZBERICHTE, 158
ERFINDUNGEN, 159—160

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 4 Bucureşti, aprilie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

Puterea aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale

Vasile N. Nedelcu* — Bucureşti

În literatura electrotehnică noţiunea de putere aparentă a sistemelor sinusoidale mono- sau polifazate a suscitat şi suscită numeroase discuţii. În lucrare se propune introducerea noţiunii de „putere aparentă complexă instantanee" pentru sistemul sinusoidal monofazat. Se arată că toate celelalte noţiuni de putere cunoscute în electrotehnică, reprezintă diferite aspecte ale acestei mărimi.

CZ 621.3.016.23

Critica teoriei clasice a puterii aparente şi reactive

În literatura clasică noţiunea de putere aparentă a unui sistem sinusoidal monofazat se introduce prin definiţie ca produsul dintre valoarea eficace a tensiunii şi a curentului sau ca modulul mărimii complexe (puterea aparentă complexă) :

$$\dot{S} = \tfrac{1}{2}\,\dot{U}\dot{I}^{*} = P + \mathrm{j}Q \qquad \text{(a)}$$

sau

$$\dot{S}' = \tfrac{1}{2}\,\dot{U}^{*}\dot{I} = P - \mathrm{j}Q, \qquad \text{(b)}$$

unde : $\dot{U}$, $\dot{I}$ sînt amplitudinile complexe maxime ale tensiunii şi ale curentului ; $\dot{U}^{*}$, $\dot{I}^{*}$ — mărimile complex conjugate mărimilor $\dot{U}$, $\dot{I}$; P, Q — puterea medie activă şi reactivă [1, 2, 3, 4]. Tot prin definiţie se introduce şi noţiunea Q.

Referindu-ne la faptul că folosirea expresiei (a) sau (b) a constituit şi constituie încă obiectul a numeroase discuţii [5], considerîndu-se una cu o bază mai ştiinţifică decît alta, şi că se contestă faptul că cele două mărimi sînt complex conjugate, vom sesiza cîteva aspecte slabe ale teoriei clasice privind mărimile $\dot{S}$, ($\dot{S}'$), Q.

Teoria clasică nu dă o justificare consecventă din punct de vedere matematic expresiilor (a), (b), datorită faptului că noţiunea de putere reactivă cu care operează se concepe ca o amplitudine a unei mărimi a cărei valoare medie este nulă, spre deosebire de puterea activă care se concepe ca valoarea medie a unei mărimi instantanee. În acest caz apare întrebarea: ce semnificaţie matematică au expresiile $\dot{S}$, $\dot{S}'$, care au ca parte reală o mărime medie (P) şi ca coeficient al părţii imaginare amplitudinea unei mărimi a cărei valoare medie se consideră nulă. Căutîndu-se totuşi o justificare în acest sens, în [1] se arată : „O excepţie aparentă de la regulile calculului cu numere complexe o constituie înmulţirea a doi vectori de curent alternativ. Dacă se înmulţeşte vectorul tensiunii, exprimat în formă complexă ($\dot{U} = Ue^{\mathrm{j}\varphi_1}$), cu vectorul curentului ($\dot{I} = Ie^{\mathrm{j}\varphi_2}$), atunci produsul $\dot{U}\dot{I}$ nu are nimic comun cu puterea medie. Acest fapt se explică prin aceea că s-au înmulţit vectorii neluîndu-se în considerare factorul $e^{\mathrm{j}\omega t}$. Produsul considerat ar fi trebuit să conţină deci factorul $e^{\mathrm{j}2\omega t}$; nici în acest caz acest produs n-ar fi reprezentat oscilaţia de frecvenţă dublă a puterii instantanee. După cum se ştie, în expresia puterii medii se întîlneşte diferenţa fazelor tensiunii şi curentului şi lipseşte factorul $e^{\mathrm{j}\omega t}$; de aceea, puterea medie se poate obţine dacă se înlocuieşte unul dintre cei doi vectori cu complexul său conjugat. Dacă se notează vectorul conjugat al curentului prin $\dot{I}^{k} = Ie^{-\mathrm{j}\varphi_2}$, se obţine : $\frac{1}{2}\cdot\dot{U}\dot{I}^{k} = \frac{1}{2}UIe^{\mathrm{j}(\varphi_1 - \varphi_2)} = P + \mathrm{j}Q$. Pe de altă parte, dacă se introduce vectorul complex al tensiunii $\dot{U}^{k} = Ue^{-\mathrm{j}\varphi_2}$, se obţine : $\dot{U}^{k}\dot{I} = UIe^{-\mathrm{j}(\varphi_1 - \varphi_2)} = P - \mathrm{j}Q$. Partea reală a acestor expresii reprezintă puterea activă, iar partea imaginară puterea reactivă ; dar puterea reactivă în funcţie de modul de înmulţire a vectorilor rezultă cu semn diferit. Deoarece puterea reactivă nu are valoare medie, semnul acestei puteri nu are nici un rol".

Lucrarea [1] este una dintre puţinele lucrări ale literaturii clasice care încearcă să dea o justificare matematică expresiei puterii aparente complexe. După cum rezultă însă, nu se

* Cd. ş. t. ing. *V. N. Nedelcu*, candidat în ştiinţe tehnice, este conferenţiar la Catedra de maşini electrice din Institutul politehnic — Bucureşti şi şef de secţie la IETC.

obține nici un răspuns la întrebarea formulată mai sus; în plus, vorbindu-se de puterea aparentă complexă ca de o mărime medie, se desprinde o problemă nouă și anume: care este mărimea primară (instantanee) corespunzătoare acesteia? În același mod în [2, p. 159, „Triunghiul puterilor"] se introduc noțiunile de putere activă, reactivă și aparentă, medii, fără a se vorbi de puterea aparentă instantanee.

Pe de altă parte, teoria clasică, considerînd puterea reactivă drept o „mărime fictivă" [4], nu explică care este puterea instantanee ce are drept valoare medie puterea reactivă ce se măsoară în toate instalațiile electroenergetice.

Considerațiile expuse mai sus îndreptățesc concluzia că teoria clasică a puterii aparente și reactive este nesatisfăcătoare. Din această cauză, în lucrarea de față se face propunerea de a se introduce în electrotehnică o noțiune nouă, și anume „puterea aparentă complexă instantanee". În acest scop se va folosi pentru reprezentarea simbolică a funcțiilor sinusoidale noțiunea de „fazor (vector) Fresnel" [6].

Sistemul sinusoidal monofazat

Considerăm un dipol pasiv inductiv alimentat de la o sursă de tensiune sinusoidală:

$$u = U \cos(\omega t + \varepsilon), \tag{1}$$

prin care circulă curentul:

$$i = I \cos(\omega t + \beta). \tag{2}$$

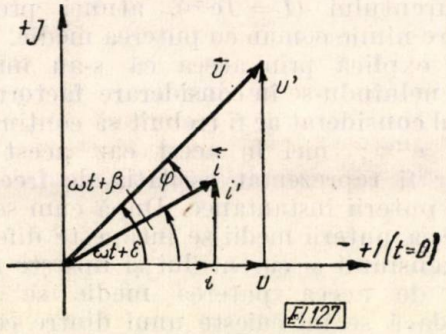


Fig. 1. Legătura dintre fazorii Fresnel U, i și mărimile scalare u, u', i, i'.

Mărimile (1), (2) pot fi exprimate prin intermediul fazorilor Fresnel (fig. 1):

$$u = \tfrac{1}{2}(\overleftarrow{u} + \overrightarrow{u}) = \mathrm{Re}(\overleftarrow{u}); \quad i = \tfrac{1}{2}(\overleftarrow{i} + \overrightarrow{i}) = \mathrm{Re}(\overleftarrow{i}), \tag{3}$$

unde:

$$\overleftarrow{u} = \dot{U}e^{j\omega t} = u + ju'; \quad \overrightarrow{u} = \dot{U}^* e^{-j\omega t} = u - ju'$$
$$\overleftarrow{i} = \dot{I}e^{j\omega t} = i + ji'; \quad \overrightarrow{i} = \dot{I}^* e^{-j\omega t} = i - ji' \tag{4}$$

$$\dot{U} = Ue^{j\varepsilon}; \quad \dot{U}^* = Ue^{-j\varepsilon}; \quad \dot{I} = Ie^{j\beta}; \quad \dot{I}^* = Ie^{-j\beta} \tag{5}$$

$$u' = U \sin(\omega t + \varepsilon) = \tfrac{1}{2}(-j\overleftarrow{u} + j\overrightarrow{u}) = \mathrm{I}_m(\overleftarrow{u})$$
$$i' = I \sin(\omega t + \beta) = \tfrac{1}{2}(-j\overleftarrow{i} + j\overrightarrow{i}) = \mathrm{I}_m(\overleftarrow{i}). \tag{6}$$

Puterea instantanee, schimbată între sursă și dipol prin bornele comune

$$p = ui, \tag{7}$$

avînd în vedere (3), poate fi exprimată:

$$p = \tfrac{1}{2}(\overleftarrow{s} + \overrightarrow{s}). \tag{8}$$

Se va defini drept putere complexă aparentă instantanee, care intră în joc pentru transferul puterii p, mărimea:

$$\overleftarrow{s} = \tfrac{1}{2}\overleftarrow{u}(\overleftarrow{i} + \overrightarrow{i}) = p + jq = s(t)/\underline{\lambda(t)}. \tag{9}$$

După cum se poate ușor observa, mărimea $\overrightarrow{s}$ din (8) este complex conjugată cu mărimea (9):

$$\overrightarrow{s} = \tfrac{1}{2}\overrightarrow{u}(\overleftarrow{i} + \overrightarrow{i}) = p - jq = s(t)/\underline{-\lambda(t)}, \tag{10}$$

unde: $s(t)$, $\lambda(t)$ sînt amplitudinea și faza mărimilor $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$.

De asemenea, se va defini mărimea q din (9), (10) drept putere reactivă instantanee:

$$q = u'i = \tfrac{1}{2}(-j\overleftarrow{s} + j\overrightarrow{s}). \tag{11}$$

De remarcat că expresia (11) este identică cu expresia relevată în [7] pentru aceeași mărime.

Dacă se iau în considerare relațiile (4), (5), mărimile $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$ devin:

$$\overrightarrow{s} = \tfrac{1}{2}(\dot{U}\dot{I}^* + \dot{U}\dot{I}e^{j2\omega t}),$$
$$\overleftarrow{s} = \tfrac{1}{2}(\dot{U}^*\dot{I} + \dot{U}^*\dot{I}^* e^{-j2\omega t}), \tag{12}$$

respectiv:

$$p = \tfrac{1}{2}[(UI\cos\varphi + UI\cos(2\omega t + \varepsilon + \beta)],$$
$$q = \tfrac{1}{2}[(UI\sin\varphi + UI\sin(2\omega t + \varepsilon + \beta)], \tag{13}$$

unde:

$$\varphi = \varepsilon - \beta. \tag{14}$$

Expresiile (13) sînt de asemenea identice cu expresiile corespunzătoare din [8].

Puterea aparentă complexă rezultă ca valoarea medie a puterii aparente complexe instantanee:

$$\dot{S} = 1/T \cdot \int_0^T \overleftarrow{s}\,dt = \tfrac{1}{2}\cdot\dot{U}\dot{I}^* = P + jQ = Se^{j\varphi}, \tag{15}$$

respectiv, pentru mărimea complex conjugată:

$$\dot{S}^* = 1/T \cdot \int_0^T \overrightarrow{s}\,dt = \tfrac{1}{2}\cdot\dot{U}^*\dot{I} = P - jQ = Se^{-j\varphi}, \tag{15'}$$

unde : P, Q sînt puterile activă și reactivă medii :

$$P = \tfrac{1}{2} \cdot UI \cos \varphi = 1/T \cdot \int_0^T ui \, dt;$$

$$Q = \tfrac{1}{2} \cdot UI \sin \varphi = 1/T \cdot \int_0^T u'i \, dt. \quad (16)$$

Dacă se ia în considerare (15), (15′), expresiile (12) se pot retranscrie :

$$\overleftarrow{s} = \dot{S} + \overleftarrow{s}_2; \quad \overrightarrow{s} = \dot{S}^* + \overrightarrow{s}_2, \quad (17)$$

unde : $\overleftarrow{s}_2$ este puterea aparentă complexă fluctuantă instantanee, iar $\overrightarrow{s}_2$, mărimea complex conjugată a acesteia :

$$\overleftarrow{s}_2 = \dot{S}_2 \, e^{j2\omega t} = p_2 + jq_2; \quad \overrightarrow{s}_2 = \dot{S}_2^* e^{j2\omega t} = p_2 - jq_2, \quad (18)$$

$$\dot{S}_2 = \tfrac{1}{2} \cdot \dot{U}\dot{I} = S e^{j(\varepsilon + \beta)}; \quad \dot{S}_2^* = \tfrac{1}{2} \cdot \dot{U}^* \dot{I}^* = S e^{-j(\varepsilon+\beta)}, \quad (19)$$

unde : p_2, q_2 sînt puterile activă și reactivă instantanee fluctuante.

Între mărimile medii $\dot{S}$, S^*, P, Q se pot scrie relații asemănătoare relațiilor dintre mărimile instantanee corespunzătoare :

$$P = \tfrac{1}{2}(\dot{S} + \dot{S}^*); \quad Q = \tfrac{1}{2}(-j\dot{S} + j\dot{S}^*). \quad (20)$$

Mărimea $\overleftarrow{s}$ se pretează la o interpretare geometrică sugestivă.

Reprezentarea geometrică a mărimii $\overleftarrow{s}$

După cum rezultă din (12), puterea aparentă complexă instantanee $\overleftarrow{s}$ poate fi reprezentată în planul complex $(+1, +j)$, respectiv (p, jq) printr-un fazor rotitor $(\overline{OB})$ (fig. 2). Acest fazor

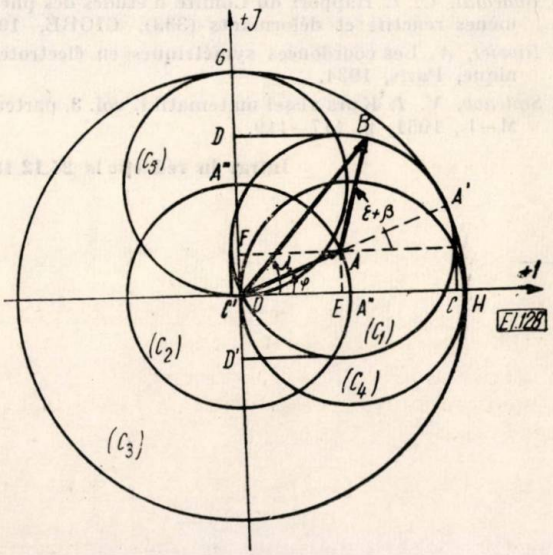


Fig. 2. Reprezentarea grafică a puterii aparente complexe instantanee (OB).

constă din fazorul fix $\overline{OA}$ $(\dot{S} = \overline{OA})$ și fazorul $\overleftarrow{AB}$ $(\overleftarrow{s}_2 = \overleftarrow{AB})$, care se rotește în sens trigonometric pozitiv cu viteza unghiulară 2ω, de amplitudine egală cu amplitudinea fazorului $\overline{OA}$.

Amplitudinea acestei mărimi rezultă :

$$s(t) = \sqrt{\overleftarrow{s}\,\overrightarrow{s}} = \sqrt{2}\, S \sqrt{1 + \cos(2\omega t + 2\beta)} = \sqrt{p^2 + q^2} \quad (21)$$

$$\lambda(t) = \operatorname{arc\,tg}(q/p) = \omega t + \varepsilon,$$

ceea ce înseamnă că fazorul $\overleftarrow{s}$ descrie cercul de putere (C_1) rotindu-se, în raport cu originea, cu viteza unghiulară ω. Cercul (C_1) este deci locul geometric al puterii complexe aparente instantanee. Dacă argumentul φ variază în intervalul $0 - 2\pi$, atunci punctul A va descrie cercul (C_2) ; acest cerc reprezintă locul geometric al puterii aparente complexe. Cadranele I, IV ale cercului (C_2) corespund regimului receptor de funcționare a dipolului considerat $(\pi/2 \geqslant \varphi \geqslant -\pi/2)$, iar cadranele II, III — regimului generator $(3\pi/2 \geqslant \varphi \geqslant \pi/2)$.

Valorile extreme ale mărimilor instantanee

Din figura 2 se vede că amplitudinea fazorului $\overleftarrow{s}$ variază între o valoare minimă egală cu zero, care se obține atunci cînd fazorul $\overleftarrow{AB}$ se confundă cu $\overline{AO}$, și o valoare maximă egală cu $2S$, care se obține atunci cînd fazorul $\overleftarrow{AB}$ se află în prelungirea lui $\overline{OA}$, adică punctul B se confundă cu A'. Cercul de putere (C_3) de rază egală cu $2S$ reprezintă locul geometric pe care-l descrie punctul A' cînd punctul A descrie (C_2). Acest cerc este locul geometric al puterii aparente instantanee maxime. Se pot scrie deci relațiile :

$$|s(t)|_{min} = 0; \quad |s(t)|_{max} = 2S. \quad (22)$$

Pot fi, de asemenea, ușor determinate valorile maxime și minime ale puterilor instantanee activă și reactivă (fig. 2) :

$$p_{min} = \overline{OC'} = S(\cos \varphi - 1);$$

$$p_{max} = \overline{OC} = S(1 + \cos \varphi); \quad (23)$$

$$q_{min} = \overline{OD'} = S(\sin \varphi - 1);$$

$$q_{max} = \overline{OD} = S(1 + \sin \varphi). \quad (24)$$

Valorile maximum maximorum ale puterilor instantanee activă și reactivă se obțin cînd punctul A se confundă cu A'', adică dipolul considerat constă într-o rezistență $(\varphi = 0)$, și respectiv cînd punctul A se confundă cu A''', adică dipolul constă într-o reactanță $(\varphi = \pi/2)$. În primul caz, fazorul $\overleftarrow{s}$ $(\overleftarrow{s}_2)$ descrie cercul de

putere (C_4), iar în cazul al doilea — cercul (C_5). Se poate deci scrie :

$$(p_{max})_{max} = (q_{max})_{max} = s(t)_{max} = 2S, \qquad (25)$$

ceea ce înseamnă că amplitudinea maximă a puterii aparente instantanee reprezintă puterea maximă instantanee activă sau reactivă care poate fi schimbată între sursă și dipol la valori maxime (respectiv efective) constante ale tensiunii și curentului.

Puterea medie aparentă poate fi, de asemenea, interpretată fizic. Astfel, dacă se au în vedere relațiile (16) și teorema lui Buniakovskij [9], se poate scrie :

$$P_{max}^2 = Q_{max}^2 = 1/T \cdot \int_0^T u^2 \, dt \cdot 1/T \cdot \int_0^T i^2 \, dt =$$

$$= 1/T \cdot \int_0^T (u')^2 \, dt \cdot 1/T \cdot \int_0^T i^2 \, dt = \tfrac{1}{2} \cdot U^2 I^2 = S^2. \qquad (26)$$

Relația (26) este importantă prin aceea că, în același mod ca și (25), arată sensul fizic al puterii aparente medii ca fiind puterea medie maximă activă sau reactivă care poate fi absorbită sau debitată de un dipol la valori maxime (deci și efective) de tensiune și curent constante, deci și la pierderi constante în linia de transport.

Concluzii

În lucrare se propune introducerea noțiunii de putere aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale (9), relevîndu-se legătura dintre această mărime ($\overleftarrow{s}$), mărimea complex conjugată ($\overrightarrow{s}$), puterea instantanee activă (p) (8), puterea instantanee reactivă (q) (11), puterea aparentă complexă (medie) ($\dot{S}$) și puterea aparentă complexă fluctuantă instantanee ($\overleftarrow{s_2}$) (17).

Introducînd mărimea $\overleftarrow{s}$ rezultă :

1) în mod univoc expresia puterii reactive instantanee (11) propusă de Iliovici și relevată în [7]; această mărime reprezintă valoarea instantanee a puterii reactive, care se măsoară în toate instalațiile electroenergetice;

2) puterea aparentă complexă ($\dot{S}$) ca valoarea medie a mărimii $\overleftarrow{s}$ și, deci, puterea reactivă (Q) ca valoarea medie a puterii reactive instantanee (q);

3) expresia puterii aparente complexe instantanee fluctuante (18), respectiv expresiile puterilor fluctuante instantanee activă și reactivă (p_2, q_2).

În lucrare se arată, de asemenea, că :

4) semnul puterii active ca și al puterii reactive, medii sau instantanee, rezultă în mod univoc în funcție de defazajul dintre fazorii Fresnel de tensiune și curent (sau dintre fazorii complecși), luîndu-se în considerare mărimile complex conjugate $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectiv $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$ (8, 11, 20); în consecință, așa-numita problemă a semnului puterii active sau reactive, care se asociază cu expresia puterii aparente complexe, este lipsită de sens;

5) spre deosebire de interpretarea fizică dată puterii aparente în literatură [2 etc.], aceasta rezultă ca puterea maximă medie, activă sau reactivă, ce poate fi schimbată între sursă și dipol la pierderi constante în rețea (26).

Bibliografie

[1] *Fraenkel, A.* Theorie der Wechselströme, GEI, 1933, M—L, p. 51.

[2] *Kalantrov, P. L.* și *Neiman, L. P.* Teoreticeskie osnovi elektrotehniki, GEI, 1951, M—L, p. 155—160.

[3] *Krug, K. A.* Osnovi elektrotehniki, GEI, 1952, M—L, p. 100—102.

[4] *Antoniu, I. S.* Chestiuni speciale de Electrotehnică, București, Editura Academiei R.P.R., 1956, p. 256—257, 329—331.

[5] *Antoniu, I. S.* Semnul puterilor activă și reactivă în circuitele electrice de curent alternativ. În : Standardizarea, **14**, nr. 6—7, 1962, p. 350—358.

[6] *Șabac, I. G.* Curs de matematici superioare, capitole speciale, vol. **II**, TIB, 1956, p. 59—65.

[7] *Budeanu, C. I.* Rapport du Comité d'études des phénomènes réactifs et déformants (333), CIGRÉ, 1948.

[8] *Iliovici, A.* Les coordonées symétriques en électrotechnique, Paris, 1934.

[9] *Smirnov, V. I.* Kurs vîșșei matematiki, vol. **3**, partea I, M—L, 1951, p. 117—119.

Intrat în redacție la 24.12.1962

Premisele tehnico-economice considerate la realizarea seriilor de transformatoare cu tablă laminată la rece, de la 6,3—80 MVA şi 110 kV

Costin Rădulescu, Gheorghe Toma, Ilie Năzdrăvan* — Craiova

Realizarea seriilor de transformatoare mari la tensiunea de 110 kV, pe tablă laminată la rece şi cu caracteristici moderne, este o problemă de actualitate în ţară şi străinătate.

În articolul de faţă se prezintă premisele elaborării celor două serii noi de transformatoare la 110 kV, cu două şi trei înfăşurări, şi rezultatele obţinute pînă în prezent la Uzinele „Electroputere"-Craiova.

Ca probleme principale dezbătute sînt : alegerea nivelului de pierderi, caracteristicile tehnice, linia tehnico-economică adoptată şi elementele noi privind proiectarea, construcţia şi tehnologia de fabricaţie a acestor transformatoare.

CZ 621.314.2.002.2 : 621.312

1. Necesitatea pentru economia naţională a asimilări construcţiei a două serii moderne de transformatoare la 110 kV

1.1. *Construcţia actuală a transformatoarelor mari la tensiunea de 110 kV în străinătate*

Orientarea actuală în construcţia acestei game de transformatoare în străinătate, constă în scăderea nivelului de pierderi în fier şi în înfăşurări, obţinerea unor construcţii robuste rezistente la eforturile de scurtcircuit şi undele de supratensiune atmosferică, cu gabarite şi greutăţi reduse datorită introducerii unor materiale superioare şi a unor principii noi constructive echipate cu toate accesoriile necesare unei exploatări moderne şi raţionale [5], [19].

Ca soluţii noi care se adoptă în construcţia unor astfel de transformatoare amintim :

— miezuri din tablă laminată la rece, executate în mare parte avînd strîngerea coloanelor şi jugurilor fără buloane ;

— înfăşurări principale şi de reglaj construite pe baza unor tipuri de bobinaje lipsite de disimetrii, la funcţionarea pe toate prizele de reglaj ;

— apariţia transformatoarelor la tensiunea de 110 kV, cu bobinaje din aluminiu ;

— eliminarea reglajului la înfăşurarea de medie tensiune la transformatoarele cu trei înfăşurări ;

— adoptarea pentru transformatoarele cu trei înfăşurări de puteri inegale pentru diferitele înfăşurări ;

— trecerea pe scară tot mai largă la construcţia cuvei de tipul clopot, de obicei cu rama sudată ;

— introducerea răcirii cu circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer la transformatoare cu puteri din ce în ce mai mici ;

— Deşi în prezent se elaborează serii noi de transformatoare pentru diferite game de puteri şi tensiuni — îndeosebi în ţările de democraţie populară pe linie de C.A.E.R. —, totuşi pînă în prezent nu ne este cunoscută o serie nouă completă de transformatoare la 110 kV, cu tablă laminată la rece şi nivel foarte redus al pierderilor, proiectată ca atare.

1.2. *Situaţia existentă în prezent în ţara noastră în ceea ce priveşte construcţia de transformatoare la tensiunea de 110 kV*

Deşi creşterea continuă a puterii instalate în centrale şi dezvoltarea reţelelor de înaltă tensiune în ţara noastră necesită an de an un număr tot mai sporit de transformatoare de mare putere la tensiunea de 110 kV, producţia actuală de transformatoare de acest fel se limitează la cîteva tipuri de transformatoare (şi acestea numai cu trei înfăşurări), care nu satisfac cerinţele exploatării, recurgîndu-se de cele mai multe ori la soluţii neeconomice de echipare a staţiilor, sau la import.

În afară de aceasta, producţia noastră de transformatoare care există în prezent se caracterizează prin aceea că :

— transformatoarele sînt proiectate şi realizate în etape diferite, avînd la bază concepţii constructive diverse, din acest motiv ele neputîndu-se încadra într-o fabricaţie sistematizată şi cu o tehnologie superioară ;

— performanţele transformatoarelor sînt depăşite, mai ales în ceea ce priveşte nivelul de pierderi în fier şi pierderi totale ;

— unele transformatoare sînt proiectate pe soluţii constructive învechite, sînt concepute pe tablă laminată la cald, folosirea aluminiului ca material activ pentru înfăşurări lipseşte cu desăvîrşire şi transformatoarele nu sînt echipate cu accesoriile necesare unei exploatări moderne.

1.3. *Măsuri care trebuie luate în construcţia de transfrmatoare la tensiunea de 110 kV, la noi în ţară*

În scopul îmbunătăţirii caracteristicilor tehnico-economice ale construcţiilor actuale pentru această gamă de transformatoare şi satisfacerii cerinţelor sistemului energetic naţional

* Colectiv de la uzinele „Electroputere"-Craiova.

pentru dotarea cu transformatoare avînd puteri tot mai mari pe de o parte și avînd în vedere experiența căpătată la realizarea seriei unitare de transformatoare pînă la 1 600 kVA în anii 1960 — 1961, în ceea ce privește problemele tehnice constructive de ansamblu și avantajele rezultate pe de altă parte, s-a considerat necesară elaborarea a două serii de transformatoare mari cu două și trei înfășurări, la tensiunea de 110 kV, cu reglaj sub sarcină și tablă laminată la rece [6], [9].

Realizarea acestor serii de transformatoare va trebui să rezolve următoarele probleme importante :

— unificarea caracteristicilor tehnice ale transformatoarelor în vederea obținerii unor importante avantaje tehnico-economice în cadrul sistemului energetic național ;

— acoperirea în întregime a necesarului de transformatoare ca sortiment (puteri, rapoarte de transformare, tensiuni de scurtcircuit etc.), în vederea unei exploatări raționale ;

— reducerea nivelului de pierderi în fier și înfășurări, pentru obținerea unor importante economii în investițiile sistemului energetic. În legătură cu aceasta se impune introducerea tablei laminate la rece în construcția circuitelor magnetice ale transformatoarelor [7], [11] ;

— realizarea unor construcții de transformatoare economice, care să aibă pe cît posibil consumuri reduse de materiale principale, în comparație cu transformatoarele existente în prezent [6], [7] ;

— proiectarea și fabricarea unor transformatoare robuste care să prezinte maximum de siguranță în exploatare [23], [24] ;

— realizarea unei linii constructive unitare, capabilă să asigure introducerea unor procedee tehnologice avansate, a mecanizării și tipizării operațiilor de producție în vederea asigurării unei productivități ridicate ;

— realizarea unor transformatoare echipate modern și cu aspect corespunzător, la nivelul transformatoarelor executate, în străinătate, de firme cu renume în acest domeniu ;

— posibilitatea acoperirii parțiale a cerințelor pentru transformatoarele destinate exportului, folosind pentru export transformatoare din cadrul seriilor, sau unele variante ce se pot încadra pe construcții din aceste serii.

2. Calculul tehnico-economic care stă la baza elaborării seriilor

2.1. *Modul de abordare a problemei*

Stabilirea nivelului de pierderi, elementul de bază care determină economicitatea unei serii de transformatoare [1], [4], [8], [14], s-a făcut pe baza unui calcul tehnico-economic care a luat în considerație atît prețul de fabricație, cît și cheltuielile legate de exploatarea transformatoarelor în rețea un număr de ani. Cu această ocazie s-a aplicat pentru prima dată la noi în țară un calcul tehnico-economic complet la elaborarea unei serii de transformatoare. În acest scop s-a folosit metoda profesorului Ivan Popov apărută în R. D. Germană [1], [2], [3].

În materialul de față nu ne vom ocupa de descrierea acestei metode, mărginindu-ne să dăm numai valorile diferiților coeficienți principali, care au fost luate în calcule, și rezultatele calculelor.

De la început vom preciza că, din lipsa coeficienților medii de exploatare ai transformatoarelor din această gamă în rețea la noi în țară, nu am avut la dispoziție valorile exacte pentru coeficienți, astfel că s-au luat valori aproximative adoptate pe baza diferitelor calcule estimative, informații din materiale CAER, raționamente și ipoteze, valori totuși destul de apropiate de realitate. După cum s-a văzut ulterior, unele mici abateri de la aceste valori nu pot schimba esențial rezultatele finale obținute.

Înainte de a începe expunerea diferiților coeficienți, precizăm că acolo unde a fost necesar s-au dat valorile coeficienților și pentru cupru și pentru aluminiu, iar prețurile s-au considerat cele reașezate, începînd cu 1 ianuarie 1963.

2.2. *Parametrii calculului tehnico-economic și rezultatele obținute*

A. Coeficienți constructivi

— coeficientul de reglaj :

$$\tau = 1 + \frac{t}{160} = 1 + \frac{16}{160} = 1{,}1,$$

unde t este domeniul maxim de reglaj, în procente ;

— factorul de corecție al secțiunii medii pentru determinarea greutății înfășurării (luat din transformatoare construite) :

$$\alpha = \frac{G_{\mathrm{Cu\,(Al)}\,1} \cdot D_1 + G_{\mathrm{Cu\,(Al)}\,2} \cdot D_2}{[G_{\mathrm{Cu\,(Al)}\,1} + G_{\mathrm{Cu\,(Al)}\,2}] \dfrac{F + 2D}{2}} = 0{,}99 ;$$

— factorul de corecție pentru diametrul mediu al canalului de scăpări (calculat din transformatoare deja construite) :

$$\beta = \frac{D_{i1} + D_{e2}}{F + 2D} = 0{,}9 ;$$

— coeficientul de pierderi suplimentare în înfășurări :

$$\lambda = \frac{P_{\mathrm{Cu\,(Al)}}}{P_K}$$

S_{MVA}	6,3	10	16	25	40	63
λ	0,9	0,89	0,87	0,85	0,82	0,78

;

— coeficientul de corecție datorită nesimetriei înfășurărilor :

$$K_c = 1{,}05 ;$$

— coeficientul pierderilor suplimentare în fier :

$K_f = 1{,}2$ (la unele transformatoare este mai mic) ;

— coeficientul de umplere al secțiunii coloanei :

$K_D = 0{,}82$ (la unele transformatoare este mai mare) ;

— valoarea pierderilor specifice în fier, la 10 kGs :

$p_{10} = 0{,}6$ W/kg (tablă recoaptă) ;

— coeficientul de majorare a secțiunii jugului față de secțiunea coloanei :

$$\nu = 1{,}1 ;$$

— coeficienții puterii de magnetizare funcție de calitatea tablei silicioase, pentru inducția în coloană de 16,5 kGs :

$$p_a = 15 \text{ VA/kg},$$
$$p_b = 5 \text{ VA/kg} ;$$
$$p_\delta = 320 \text{ VA/kg} ;$$

— numărul de întrefieruri :

$$n_{\delta_1} = 7 \text{ (miezuri cu trei coloane)},$$
$$n_{\delta_2} = 13 \text{ (miezuri cu cinci coloane)} ;$$

— greutatea specifică a tablei silicioase :

$$\gamma_{Fe} = 7{,}65 \text{ kg/dm}^3 ;$$

— greutatea specifică a materialului activ pentru înfășurări :

$$\gamma_{Cu} = 8{,}9 \text{ kg/dm}^3,$$
$$\gamma_{Al} = 2{,}7 \text{ kg/dm}^3 ;$$

— pierderi specifice în materialul activ al înfășurării, la 1 A/mm² și 75°C :

$$p_{Cu} = 2{,}44 \text{ W/kg},$$
$$p_{Al} = 13{,}3 \text{ W/kg} ;$$

— coeficienții de umplere ai înfășurărilor (luați din transformatoare construite, pentru tipul de bobinaj continuu) :

S_{MVA}	6,3	10	16	25	40	63
K_{Cu}	0,395	0,4	0,405	0,41	0,415	0,42
K_{Al}	0,41	0,415	0,42	0,425	0,43	0,435

— costul specific al materialelor active prelucrate

pentru miez : $m_{Fe} = 15{,}5$ lei/kg,
pentru înfășurări
din cupru : $m_{Cu} = 47$ lei/kg,
pentru înfășurări
din aluminiu : $m_{Al} = 39$ lei/kg ;

— distanțele de izolație adoptate :

$$\delta_{0.2} = 0{,}23 \text{ dm},$$
$$\delta_{12} = 0{,}5 \text{ dm},$$
$$\delta_{11} = 0{,}75 \text{ dm},$$
$$h = 1{,}45 \text{ dm} ;$$

— coeficienți constructivi, referitor la miez :

$$m = 3,\ b = 3,$$
$$c = 4,\ d = 5{,}6 ;$$

— inducția în coloană :

$$B_a = 16{,}5 \text{ kGs}$$

(valoare considerată maximă pentru transformatoare la care este admisă o supratensionare normală de 1%; o valoare mai mică utilizează, în mod evident, incomplet calitățile tablei laminate la rece).

B. Coeficienți de exploatare

— durata anuală de sarcină a transformatoarelor :

$$T = 8700 \text{ h/an} ;$$

— durata anuală de funcționare a transformatoarelor, la pierderile maxime în înfășurări :

$$\tau_m = 5600 \text{ h/an} ;$$

— factorul de încărcare al transformatoarelor :

$$\frac{P_m}{P_n} = 0{,}68 ;$$

— coeficientul de sarcină :

$$\varepsilon = \frac{\tau_m}{T}\left[\frac{P_m}{P_n}\right]^2 = 0{,}3 ;$$

— coeficientul de simultaneitate [3] :

$$\gamma = 0{,}7 ;$$

— timpul de recuperare după care economia de pierderi acoperă cheltuielile de fabricație suplimentare :

$i = 6$ ani (valoarea medie preconizată pe linie CAER) ;

— prețul de cost specific al energiei electrice :

$$m_e = 0{,}15 \text{ lei/kWh},$$

(cifră medie acoperitoare dacă se ține seamă de valoarea relativ redusă a lui i) ;

— valoarea cheltuielilor specifice pentru utilajele electrice suplimentare necesare pentru acoperirea pierderilor active în înfășurări și miez :

$$m_c = 5\,000 \text{ lei/kW} ;$$

— valoarea cheltuielilor specifice pentru condensatoarele de compensare a puterii reactive a transformatoarelor :

$$m_K = 200 \text{ lei/kVAr} ;$$

— valoarea pierderilor specifice în condensatoare :

$$\xi = 0{,}003 \text{ kW/kVAr};$$

— cota de amortizare anuală a cheltuielilor de investiții în centrale și rețele :

$$p_c = 5\%;$$

— cota de amortizare anuală a cheltuielilor de investiții în condensatoare :

$$p_K = 8\%;$$

— cota de amortizare a cheltuielilor raportate la costul de execuție al transformatoarelor (partea decuvabilă) ;

$$p_T = 5\%.$$

În final, conform metodei amintite, se obține următoarea expresie pentru costul anual al transformatorului pe perioada de i ani (în condițiile datelor noastre) :

$$K = 0{,}217\ M + 2\,390\ P_0 + 57\ Q_0 + \\ + 0{,}3\ P_{Kn}\left(2\,130 + \frac{u_r}{u_a} 57\right) \text{ lei/an}$$

unde :

M este costul părții active a transformatorului ;
P_0 — pierderile la mersul în gol al transformatorului ;
Q_0 — puterea de magnetizare a miezului transformatorului ;
P_{Kn} — pierderile în înfășurări ale transformatorului ;
u_r, u_a — căderile reactivă și activă de tensiune.

Din curbele $K = f(P_{Kn})$ se stabilește valoarea lui P_{Kn} pentru care K este minim și se execută calculul final pentru valoarea lui P_{Kn}, cu care ocazie rezultă valorile lui F, D, H și P_0 . F, D și H sînt lățimea ferestrei, diametrul coloanei și înălțimea coloanei.

Din calculele efectuate au rezultat mai multe concluzii dintre care expunem pe cele mai importante :

a. Dacă pentru un transformator se calculează valoarea lui K pentru diferite valori ale lui P_{Kn} și aceasta pentru două serii de variante — înfășurări de aluminiu și înfășurări de cupru — se constată că valorile absolute ale lui K_{Al} față de K_{Cu}, pentru aceeași valoare a lui P_{Kn}, diferă foarte puțin, și anume în jur de 1% în condițiile prețurilor noastre. Aceasta înseamnă că natura materialului activ pentru înfășurări — aluminiu sau cupru — se poate alege numai după criterii tehnologice și posibilități de aprovizionare așa cum de altfel s-a și procedat. Astfel, s-a hotărît ca pînă la puterea de 25 MVA inclusiv să se execute transformatoare cu înfășurări din aluminiu, iar peste această putere cu înfășurări din cupru.

b. Se constată, din, calcule că valoarea minimă a lui K apare întotdeauna pentru un transformator din serie, aproximativ la aceeași valoare a lui P_{Kn} și pentru variantele cu aluminiu și pentru cele cu cupru. Se înțelege deci că nivelul de pierderi în înfășurări pentru transformatoare se stabilește același, indiferent de natura materialului activ pentru înfășurări. Acest fenomen este datorat raportului de prețuri pentru aluminiu și cupru.

Variația lui K funcție de P_{Kn} sînt date : pentru transformatorul de 25 MVA — 110/6,6 kV cu înfășurări din aluminiu în figura 1 și pentru

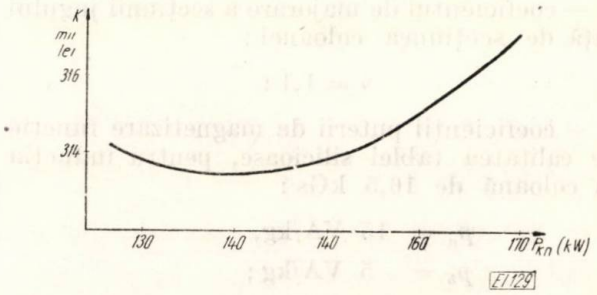


Fig. 1. Variația costului transformatorului (fabricație și exploatare, preț anual în perioada considerată de șase ani) funcție de valoarea pierderilor în înfășurări, pentru transformatorul de 25 MVA—110/6,6 kV aluminiu.

transformatorul de 16 MVA — 110/6,6 kV cu înfășurări din aluminiu în figura 2.

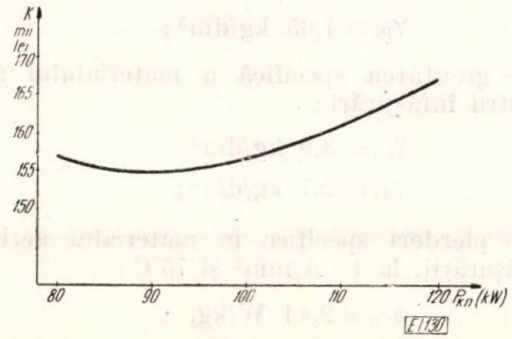


Fig. 2. Variația costului transformatorului (fabricație și exploatare, preț anual în perioada considerată de șase ani) funcție de valoarea pierderilor în înfășurări, pentru transformatorul de 16 MVA—110/6,6 kV aluminiu.

c. Diferența dintre valorile extreme ale lui K și valoarea sa minimă la variații ale lui P_{Kn} de $\pm$ 20% pentru un transformator apare în jur de 5% maximum. De aici rezultă că rămînînd pe linia adoptării unor pierderi reduse, se pot totuși rotunji valorile lui P_{Kn} din motive de ordin constructiv, așa cum de altfel s-a și procedat, fără a ne îndepărta cu aceasta de varianta cea mai economică considerată, judecînd în condiții de fabricație.

d. Valoarea diferiților coeficienți introduși în calculul economic (în special coeficienții de

ordin constructiv) diferă de la putere la putere. Pentru obținerea unei curbe corecte a lui K funcție de P_{Kn}, valorile acestor coeficienți trebuie să fie foarte aproape de cele reale, în caz contrar curbele apărînd neconcludent. Aceasta cu atît mai mult, cu cît valorile lui K sînt foarte apropiate între ele așa cum s-a arătat mai sus, lucrul acesta reflectînd tendința de egalizare a costului anual al transformatoarelor în intervalul de 6 ani considerat.

Variația pierderilor în fier adoptate se vede în figura 3, pentru seria de transformatoare cu

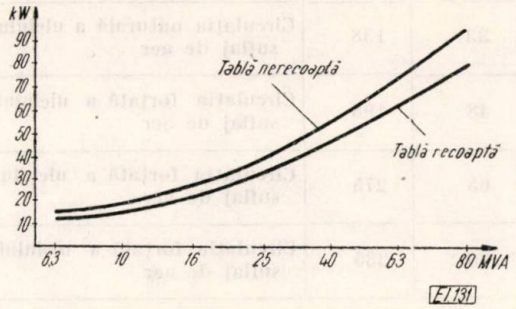


Fig. 3. Variația pierderilor la mersul în gol funcție de putere, la seria cu două înfășurări.

două înfășurări și în figura 4, pentru seria de transformatoare cu trei înfășurări.

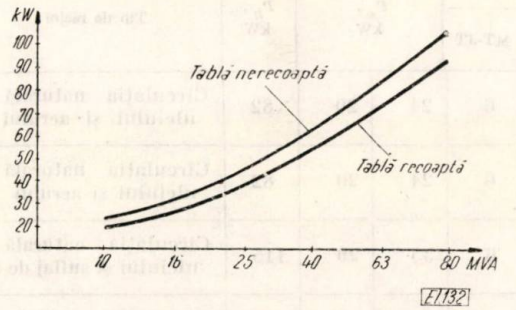


Fig. 4. Variația pierderilor la mersul în gol funcție de putere, la seria cu trei înfășurări.

Variația pierderilor în înfășurări se vede în figura 5, pentru seria de transformatoare cu

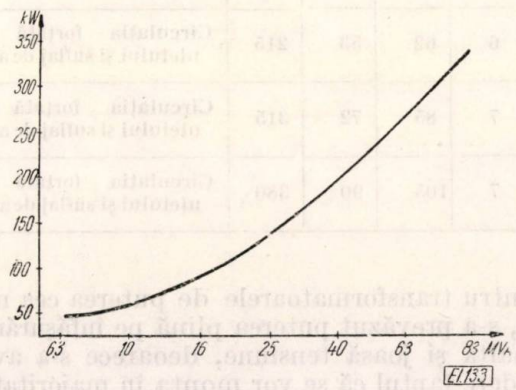


Fig. 5. Variația pierderilor în înfășurări funcție de putere, la seria cu două înfășurări.

două înfășurări. Pentru seria cu trei înfășurări valorile se pot vedea în tabela cu caracteristici tehnice, variația lor funcție de putere fiind neconcludentă din cauza puterilor inegale adoptate pentru diferitele înfășurări și a tensiunilor de scurtcircuit care diferă pe grupe de puteri.

În ceea ce privește metoda folosită pentru determinarea nivelului de pierderi optim, se poate remarca caracterul pe de o parte aproximativ al rezultatelor obținute datorită metodei însăși și lipsei unor valori precise a coeficienților medii de exploatare, iar pe de altă parte caracterul relativ datorită fluctuației prețului materialelor din transformator și a tendinței lor de scădere, fapt care face ca într-un interval relativ scurt condițiile, din acest punct de vedere, să fie sensibil diferite.

Se poate spune însă, fără îndoială, că aplicarea metodei permite o apreciere de ansamblu suficientă pentru condițiile din industrie, în ceea ce privește economicitatea producției de transformatoare, fără o îndepărtare prea mare de la condițiile reale.

3. Caracteristici tehnice

Caracteristicile tehnice sînt date în tabela 1 și tabela 2 pentru seriile de transformatoare cu două înfășurări și respectiv trei înfășurări.

În cele ce urmează vom face discuție asupra fiecărei caracteristici în parte.

3.1. *Puterea*

Scara de puteri este cea recomandată de CEI, recunoscută în prezent la C.A.E.R. ca justă și modernă și pe punctul de a fi adoptată în toate țările din Europa.

Folosindu-se rația de 1,6 se obțin puterile principale de: 6,3—10—16—25—40—63—80 MVA care rămîn valabile pentru seria cu două înfășurări unde puterea primară este egală cu cea secundară. Se observă extinderea tensiunii de 110 kV pînă la puterea de 6,3 MVA, în scopul satisfacerii unor cerințe de alimentare directă cu energie electrică a unor obiective industriale mai mici.

Pentru seria cu trei înfășurări s-au repartizat puterile pe cele trei înfășurări, corespunzător cu nevoile sistemului energetic și cerințele constructive ale transformatoarelor.

Astfel, pentru transformatoarele de 10 și 16 MVA, cu o putere relativ mică, s-a prevăzut puterea plină pe toate înfășurările (10/10/10 și 16/16/16 MVA).

Tot pentru aceste transformatoare s-au inclus și variantele cu puterea micșorată cu o treaptă pe înfășurarea de joasă tensiune, în scopul creării posibilității de introducere în același spațiu cu tensiunea de 6,6 kV și a tensiunii de 22 kV pe de o parte și pentru faptul că nu este necesară în toate cazurile puterea plină pe înfășurarea de joasă tensiune, pe de altă parte (10/10/6,3 și 16/16/10 MVA).

Tabela 1

Caracteristici tehnice ale transformatoarelor din seria cu două înfăşurări de la 6,3—80 MVA şi 110 kV

Nr. crt.	Putere, MVA	Tensiune înaltă, kV	Tensiune joasă, kV	Reglaj I.T., %	Conexiune	U_k, %	P_o, kW		P_k, kW	Tip de răcire
1	6,3	110	6,6 11 22	±9×1,78	Yd-11	11	15	12	51	Circulaţia naturală a uleiului şi aerului
2	10	110	6,6 11 22	±9×1,78	Yd-11	11	20	16,5	69	Circulaţia naturală a uleiului şi aerului
3	16	110	6,6 11 22	±9×1,78	Yd-11	11	29	24	79	Circulaţia naturală a uleiului şi suflaj de aer
4	25	110	6,6 11 22	±9×1,78	Yd-11	11	40	33	138	Circulaţia naturală a uleiului şi suflaj de aer
5	40	110	6,6 11 22	±9×1,78	Yd-11	12	57	48	198	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer
6	63	110	11 22	±9×1,78	Yd-11	12,5	78	65	275	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer
7	80	110	11 22	±9×1,78	Yd-11	12,5	95	80	335	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer

Tabela 2

Caracteristicile tehnice ale transformatoarelor din seria cu trei înfăşurări de la 10—80 MVA şi 110 kV

Nr. crt.	Putere, MVA	Tensiune înaltă, kV	Tensiune medie, kV	Tensiune joasă, kV	Reglaj I.T., %	Conexiuni	U_k, %			P_o, kW		P_k, kW	Tip de răcire
							IT-JT	IT-MT	MT-JT				
1	10/10/10	110	22 38,5	6,6 6,6	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	24	20	82	Circulaţia naturală a uleiului şi aerului
2	10/10/6,3	110	38,5	22	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	24	20	82	Circulaţia naturală a uleiului şi aerului
3	16/16/16	110	22 38,5	6,6 6,6	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	35	29	115	Circulaţia naturală a uleiului şi suflaj de aer
4	16/16/10	110	38,5	22	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	35	29	115	Circulaţia naturală a uleiului şi suflaj de aer
5	25/16/16	110	22 22 38,5 38,5 38,5	6,6 11 6,6 11 22	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	43	36	150	Circulaţia naturală a uleiului şi suflaj de aer
6	40/25/25	110	38,5 38,5 38,5	6,6 11 22	±9×1,78	Yyd-12-11	17,5	10,5	6	62	53	215	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer
7	63/40/63	110	38,5 38,5	11 22	±9×1,78	Yyd-12-11	12,5	19,5	7	85	72	315	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer
8	80/40/80	110	38,5 38,5	11 22	±9×1,78	Yyd-12-11	12,5	19,5	7	105	90	380	Circulaţia forţată a uleiului şi suflaj de aer

Transformatoarele de putere 25 şi 40 MVA cu trei înfăşurări, au fost considerate că vor funcţiona în puncte de interconectare şi distribuţie, fapt pentru care nu s-au prevăzut cu puterea plină pe toate înfăşurările (25/16/16 şi 40/25/25 MVA).

Pentru transformatoarele de puterea cea mai mare, s-a prevăzut puterea plină pe înfăşurările de înaltă şi joasă tensiune, deoarece s-a avut în vedere faptul că se vor monta în majoritatea cazurilor lîngă centrale. Pe înfăşurarea de medie tensiune s-a redus puterea din motive con-

structiv-economice, ea niciodată nefiind încărcată la toată puterea (63/40/40 și 80/40/80 MVA).

3.2. *Tensiunea înaltă și reglajul său*

S-a adoptat ca tensiune înaltă nominală pentru transformatoarele ambelor serii tensiunea de 110 kV.

Această valoare rezolvă toate necesitățile sistemului energetic dacă precizăm și reglajul de $\pm 9 \times 1{,}78\%$ care este modern și adoptat în străinătate ca și la transformatoarele proiectate pe linie de C.A.E.R. De fapt în viitor comutatoarele de reglaj sub sarcină se vor executa în mare măsură în sensul acesta.

3.3. *Tensiunea medie*

Pentru transformatoarele cu trei înfășurări s-au adoptat următoarele tensiuni medii:

— tensiunea de 22 kV care a fost prevăzută în combinație cu tensiunile joase de 6,6 și 11 kV numai pînă la puterea de 25 MVA inclusiv, socotindu-se neindicată la puteri mai mari. În prima fază, în legătură cu prelungirea pînă la un timp a existenței tensiunii de 15 kV în rețele se vor executa transformatoare cu tensiunea de 16,5 kV în locul celei de 22 kV;

— tensiunea de 38,5 kV care este prevăzută la toate transformatoarele în combinație cu toate tensiunile joase adoptate.

Reglajul pe înfășurarea de medie tensiune a fost eliminat la toate puterile din următoarele motive:

a) rezistența la eforturile de scurtcircuit mult îmbunătățită în cazul lipsei prizelor de reglaj [26];

b) se simplifică construcția transformatoarelor;

c) se ieftinește prețul de cost al transformatoarelor;

d) acest reglaj nu apare necesar ținînd seamă de faptul că se vor livra transformatoare avînd tensiunea înaltă de 35 kV cu reglajul sub sarcină de $\pm 9 \times 1{,}78\%$ în viitor;

e) linia modernă generală este de a se executa transformatoarele cu trei înfășurări fără reglaj pe înfășurarea de medie tensiune;

f) nu apare justificat ca transformatoare, avînd pe înfășurarea de 110 kV reglaj sub sarcină, să fie prevăzute pe altă înfășurare cu reglaj fără sarcină.

3.4. *Tensiunea joasă*

Sînt prevăzute următoarele tensiuni joase:

— tensiunea de 6,6 kV pînă la puterea de 40 MVA inclusiv. Peste această putere s-a trecut la o clasă de tensiune superioară, aceea de 11 kV;

— tensiunea de 11 kV pentru toate puterile la transformatoarele cu două înfășurări și începînd cu puterea de 25 MVA la transformatoarele cu trei înfășurări, deoarece s-a considerat această tensiune în general ca o tensiune de generator la centrale;

— tensiunea de 22 kV la toate transformatoarele (și aici în prima fază se vor putea executa transformatoarele cu tensiune de 16,5 kV).

3.5. *Motivarea adoptării unei singure serii de rapoarte de transformare* (aceleași transformatoare ca ridicătoare și coborîtoare), $110 \pm \pm 9 \times 1{,}78\%/6{,}6$ kV

Nu s-au executat două serii de rapoarte de transformare socotindu-se necesar o singură serie, din următoarele motive:

— se creează mari avantaje fabricii constructoare;

— se unifică producția de transformatoare, putîndu-se schimba între ele transformatoarele în diferite puncte ale sistemului energetic;

— transformatoarele se pot folosi în cele mai bune condiții ca ridicătoare, caz în care tensiunea de la centrale poate pleca în rețea cu o valoare de pînă la 127,6 kV, peste care se depășește inadmisibil valoarea maximă a tensiunii rețelei corespunzătoare clasei de 110 kV;

— pentru priza de $-9 \times 1{,}78\%$, raportul de transformare este $92{,}4/6{,}6 = 14$. Folosite ca transformatoare coborîtoare pentru a se obține tensiunea de 6,3 kV la mersul în gol în secundar, se poate primi o tensiune scăzută pînă la 88 kV lucrîndu-se pe priza minimă ($6{,}3 \times 14 = 88$ kV);

— tensiunea de 88 kV este scăzută cu 20% față de 110 kV și cu 30% față de 107,6 kV.

Dacă se consideră transformatorul de 40 MVA cu două înfășurări din serie rezultă o cădere de tensiune la borne pentru $\cos \varphi = 0{,}8$, de 7,6%. In acest caz reiese că față de 110 kV căderea de tensiune maximă în rețea poate ajunge peste 12%, iar față de 127,6 kV peste 20%.

Se poate considera că alte cazuri care nu se încadrează în aceste cifre sînt puține și în nici un caz ele nu pot determina profilul seriilor de transformatoare sub aspectul caracteristicilor tehnice, serii ale căror baze se pun în prezent.

3.6. *Conexiunile*

Pentru transformatoarele cu două înfășurări s-a adoptat conexiunea Yd-11. În felul acesta înfășurarea de înaltă tensiune se realizează ușor constructiv, efectul armonicii a treia este anihilat și condițiile de funcționare în regim asimetric pentru transformatoare sînt asigurate. Se exclude necesitatea înfășurării terțiare suplimentare.

Pentru transformatoarele cu trei înfășurări s-a adoptat conexiunea Yyd-12-11 din aceleași motive.

Conexiunile astfel alese sînt uzuale pentru această gamă de puteri și permit funcționarea în paralel a transformatoarelor celor două serii cu transformatoarele existente [25].

3.7. *Tensiunea de scurtcircuit*

Valorile tensiunii de scurtcircuit, așa cum sînt indicate în cele două tabele, satisfac condițiile de rezistență în regim de scurtcircuit și permit funcționarea în paralel cu transformatoarele existente și cu cele străine, fiind în general valori uzuale pentru astfel de transformatoare.

3.8. *Nivelul pierderilor*

Pierderile rezultate în urma calculului tehnico-economic sînt foarte reduse, pe linia cea mai modernă a fabricației de transformatoare [11], conduc la importante economii în exploatare și creează condiții de export mărite.

Tabela 3

Comparația pierderilor în fier și a pierderilor în înfășurări făcută între transformatoarele seriei noi cu două înfășurări și ale seriei similare din R. D. Germană cu tablă laminată la cald

Putere, MVA	P_0, kW			P_k, kW		
	R.D.G. (Al)	R.D.G. (Cu)	R.P.R. (S.U.)	R.D.G. (Al)	R.D.G. (Cu)	R.P.R. (S.U.)
6,3	20	21	12	68	64	51
10	27,3	27,4	16,5	90	88	69
16	38	34	24	144	148	79
25	49	51	33	205	200	138
40	73	71	48	280	277	198
63	—	110	65	—	325	275
80	—	—	80	—	—	335

În tabela 3 se pot vedea comparativ pierderile la noua serie cu două înfășurări față de seriile similare din R. D. Germană executate pe tablă laminată la cald. Nu s-a putut face o comparație cu transformatoare mari moderne executate pe tablă laminată la rece deoarece lipsesc datele. În lagăr nu s-au executat încă astfel de transformatoare, prima serie de 110 kV, concepută în ansamblu pe tablă laminată la rece și avînd pierderi foarte reduse, fiind acceea pe care o prezentăm în materialul de față.

3.9. *Nivelul de izolație*

Transformatoarele urmează să se execute cu izolație redusă gradată, nivelul de izolație corespunzînd tensiunii celei mai ridicate a rețelei, de 123 kV.

Pentru nul s-a adoptat nivelul de izolație de o treime din nivelul de izolație al capetelor dinspre linie ale înfășurărilor legate la rețea.

Încercarea la impuls urmează să se execute corespunzător tensiunii de 450 kV.

Transformatoarele vor putea funcționa în rețele conform STAS 1703-60.

Probele, toleranțele și recepția se vor executa conform STAS 1703-60 și STAS 3035- în curs de apariție.

4. Caracteristici constructive

4.1. *Materialul circuitelor magnetice și construcția lor*

Așa după cum se știe, cele două serii se vor executa pe tablă laminată la rece, urmărindu-se linia generală în construcția de transfomatoare din țară și străinătate. De aici decurg o serie de avantaje importante printre care reducerea nivelului de pierderi în fier, reducerea curentului de mers în gol, reducerea greutății totale a transformatoarelor și a dimensiunilor de gabarit [10], [11].

Toate miezurile se vor executa fără buloane — lucru aproape obligatoriu în cazul utilizării tablei cu cristale orientate — trecîndu-se din acest punct de vedere la construcții principial noi și care au fost experimentate cu succes pe cîteva transformatoare de mare putere. Astfel strîngerea coloanelor și a jugurilor la miezuri se va efectua cu ajutorul benzilor și al cadrelor metalice așa cum se poate vedea la miezul transformatorului prezentat în figura 6.

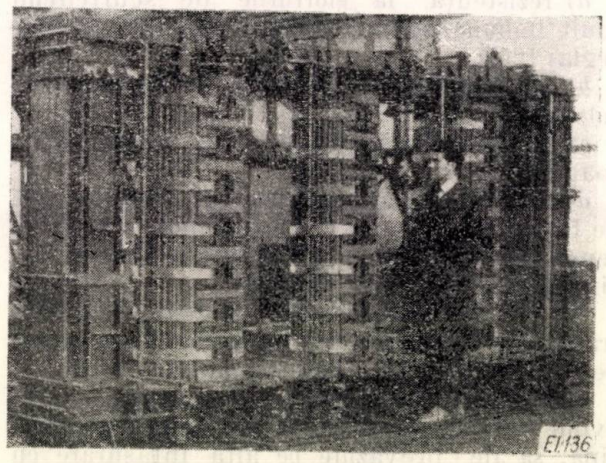


Fig. 6. Miezul transformatorului de 40 MVA—110/6,6 kV fără buloane, strîns cu benzi și cadre metalice.

La strîngerea coloanelor plăcile de la capetele benzilor de strîngere se montează, după o strîngere prealabilă în dispozitiv a miezului, și se aduc în poziția finală, cu ajutorul unui reglaj fin executat cu ajutorul șuruburilor pentru reglajul final al presiunii care sînt prevăzute în construcția acestor plăci.

De la puterea de 40 MVA inclusiv în sus se trece la miezul cu cinci coloane [10], [12], [13].

Diametrele de coloană pentru transformatoarele care fac parte din seriile de 110 kV s-au adoptat astfel încît lățimile de tole rezultate pentru secțiunile coloanelor au asemenea valori încît se pot încadra într-un sistem judicios care să asigure tăierea economică a rulourilor de tablă laminată la rece.

4.2. *Materialul înfășurărilor și tipurile de bobinaj*

S-au adoptat, ca materiale active pentru înfășurări, aluminiul pentru puterile pînă la 25 MVA inclusiv și cuprul pentru puterile mai mari.

Această împărțire a fost dictată de condițiile obiective din țara noastră care prevăd pentru viitor aprovizionarea dublă cu aluminiu și cupru. Pentru eventuala extindere a utilizării aluminiului la puteri mai mari în viitor, se va căpăta suficientă experiență prin folosirea lui pînă la puterea de 25 MVA.

În ceea ce privește rezistența la scurtcircuit, și tehnologia de execuție, s-a demonstrat practic că aluminiul se poate utiliza în condiții satisfăcătoare [14].

Ca tip de bobinaj s-a adoptat tipul de bobinaj continuu în galeți, cu reglajul grosier și fin, plasat la exterior fiecare în lungul întregului bobinaj tot ca bobinaje continue, conform schemei din figura 7.

Bobinajul continuu este robust, sigur în exploatare și are tehnologia însușită la uzinele „Electroputere".

În ceea ce privește bobinajul stratificat, adoptarea sa în viitor pentru această gamă de transformatoare constituie încă o problemă de studiu, deoarece nu există suficientă experiență de execuție [6], [7], [15].

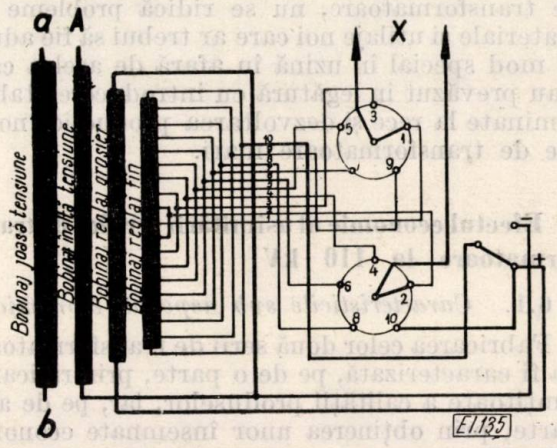


Fig. 7. Aranjamentul bobinajelor și schema de conexiuni pentru o fază la transformatoarele noi la 110 kV.

4.3. *Construcția cuvei*

La elaborarea acestor serii de transformatoare, alături de cuvele clasice se va experimenta și tipul nou de cuvă „clopot" ale cărui avantaje tehnico-economice legate de reducerile de materiale și gabarit și ușurința decuvării în exploatare s-au făcut cunoscute în ultimul timp.

Adoptarea ulterioară a acestei soluții constructive la o parte din transformatoare, condiționată în mare măsură de posibilitățile de

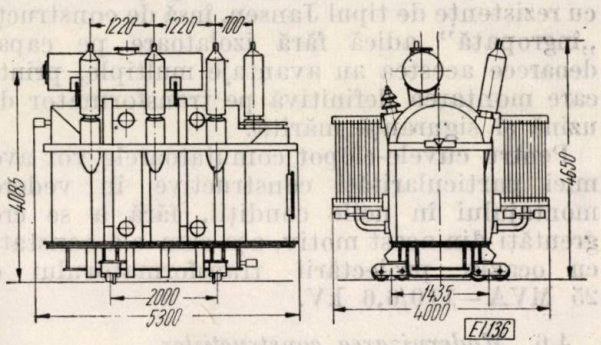


Fig. 8. Vederea transformatorului de 25 MVA—110/6,6 kV, cu cuvă-clopot.

etanșare la ramă, va putea fi hotărîtă pe baza rezultatelor obținute la experimentarea prototipurilor.

În figura 8 se poate vedea silueta transformatorului de 25 MVA—110/6,6 kV din seria unitară, cu cuvă-clopot și răcire cu circulația naturală a uleiului și suflaj de aer, care a intrat deja în fabricație [18].

4.4. *Tipul de răcire*

În prima etapă, la aceste transformatoare se vor folosi trei tipuri de răcire:

— răcire naturală, folosindu-se radiatoare normalizate de tipul „cu lire", pentru puterile de 6,3 și 10 MVA;

— răcire cu circulația naturală a uleiului și suflaj de aer, folosindu-se radiatoare de tipul „cu lire", pentru puterile de 16 și 25 MVA;

— răcire cu circulația forțată a uleiului și suflaj de aer, folosindu-se radiatoare din aluminiu cu aripioare, pentru puterile de 40—63 și 80 MVA.

Acest ultim tip de răcire, studiat și experimentat cu succes de către ICET, considerăm că trebuie extins în viitor la puteri din ce în ce mai mici.

Avantajele acestei răciri cu circulația forțată a uleiului și suflaj de aer sînt următoarele:

— reducerea greutății totale a transformatoarelor;

— reducerea dimensiunilor de gabarit;

— simplificarea simțitoare a procesului de fabricație prin eliberarea de mari suprafețe de producție și creșterea productivității muncii;

— noul radiator cu aripioare permite o normalizare și unificare foarte intensă a radiatoarelor;

— tehnologia de fabricație a noului radiator este simplă;

— soluția preconizată este modernă, economică și îmbrățișată de o serie de firme de

transformatoare, care o folosesc începînd chiar cu puterea de 5 MVA [16], [17].

4.5. *Comutatoarele de reglaj sub sarcină*

Se vor lua măsurile necesare ca pentru viitor să se adopte comutatoare de reglaj sub sarcină cu rezistențe de tipul Jansen, însă de construcție „îngropată" adică fără izolatoare pe capac, deoarece acestea au avantaje multiple, printre care montarea definitivă pe transformator din uzină și siguranță mărită.

Pentru cuvele-clopot comutatoarele vor avea mici particularități constructive în vederea montajului în noile condiții, fără a se crea greutăți din acest motiv, așa cum s-a constatat cu ocazia proiectării transformatorului de 25 MVA—110/6,6 kV.

4.6. *Modernizarea construcțiilor*

Elaborarea seriilor de transformatoare mari la 110 kV va fi folosită în mod special și pentru modernizarea transformatoarelor noastre din punct de vedere constructiv în general și în ceea ce privește echiparea cu cele mai moderne accesorii și aparate [22].

Astfel cu această ocazie se va îmbunătăți simțitor aspectul exterior al transformatoarelor, se vor introduce termometre pentru măsurarea temperaturii înfășurărilor, se vor monta transformatoare de curent pe borne etc.

4.7. *Elemente constructive comune între seria cu două înfășurări și seria cu trei înfășurări*

Corespunzător unei concepții avansate de producție a transformatoarelor în marile uzine, se va urmări unificarea unor elemente constructive ale ambelor serii, în scopul obținerii de avantaje maxime în fabricație.

Astfel transformatoarele seriilor vor avea comun :

— întreaga concepție constructivă ;
— concepția tehnologică ;
— accesoriile ;
— utilajele pentru executarea miezurilor pe grupe de puteri ;
— utilajele pentru executarea bobinajelor pe grupe de puteri ;
— lățimile de tole vor fi determinate astfel ca pe ansamblul celor două serii, ținînd seamă de prezența în fabricație a transformatoarelor de puteri diferite, la un moment dat, să existe un plan de tăiere cît mai economic ;
— diferite subansamble metalice vor fi de asemenea comune pentru mai multe transformatoare.

5. Introducerea de procedee tehnologice moderne și economice

Lansarea în fabricație a seriilor de transformatoare mari la 110 kV va fi însoțită de adaptarea unei tehnologii avansate, rațională și economică și, unde este posibil, tipizată.

Astfel printre principalele aspecte, de remarcat în această privință, se pot aminti :

— tăierea tablei laminate la rece se va mecaniza cu ajutorul foarfecelor cu role care o vor tăia în benzi lungi. În legătură cu aceasta, normalizarea lățimilor de tole se va intensifica simțitor în scopul reducerii deșeurilor la minimum ;

— găurile pentru buloane la coloane și juguri vor fi eliminate, folosindu-se procedee noi de strîngere a miezurilor, cum sînt strîngerea cu benzi de oțel și profile metalice. În felul acesta se evită creșterea pierderilor în fier, se înlătură operațiile de găurire și debavurare la găuri a tolelor și se simplifică fabricația ;

— tehnologia executării bobinajelor se va simplifica datorită utilizării transformerboardului în locul preșpanului și al pertinaxului, pe de o parte, iar datorită folosirii utilajelor comune pentru mai multe produse, pe de altă parte ;

— construcția metalică va fi executată mai simplu, deoarece ea se va baza pe multe repere și subansamble comune între mai multe variante, lucru care va permite adoptarea unor procedee tehnologice moderne ;

— introducerea celor două serii în producție va crea mari avantaje de fabricație datorită posibilităților crescute în ceea ce privește programarea și organizarea unor fluxuri tehnologice continue de mare productivitate [20], [21].

În ceea ce privește problemele constructive și tehnologice ridicate și rezolvarea lor, ele nu pot fi cuprinse în întregime în cadrul prezentului material, urmînd a fi prezentate mai în amănunt cu ocazia unui alt material, după proiectarea completă a transformatoarelor și executarea prototipurilor.

Ca posibilități de fabricație a celor două serii de transformatoare, nu se ridică probleme de materiale și utilaje noi care ar trebui să fie aduse în mod special în uzină în afară de acelea care s-au prevăzut în legătură cu introducerea tablei laminate la rece și dezvoltarea producției noastre de transformatoare mari.

6. Efectul economic al asimilării seriilor de transformatoare la 110 kV

6.1. *Caracteristicile sub aspectul economic*

Fabricarea celor două serii de transformatoare va fi caracterizată, pe de o parte, prin ridicarea simțitoare a calității produselor, iar, pe de altă parte, prin obținerea unor însemnate economii atît din punctul de vedere al fabricației cît și din punctul de vedere al exploatării [9].

Economiile de fabricație se vor obține pe baza următoarelor măsuri :

— introducerea aluminiului ca material activ pentru înfășurări la transformatoarele din seria cu două și trei înfășurări pînă la puterea de 25 MVA inclusiv ;

— scăderea cantității de tablă silicioasă care atrage după sine și reducerea altor materiale datorită utilizării tablei laminate la rece ;

— scăderea cantității de conductoare — cupru sau aluminiu — la seria cu trei înfășurări, ca urmare a adoptării puterilor inegale pe înfășurări ;

— scăderea cantităților de materiale feroase și ulei, datorită soluțiilor constructive aplicate ;

— folosirea de repere și subansamble comune între mai multe transformatoare ;

— introducerea unei tehnologii avansate care va scurta ciclul de fabricație și va permite mărirea productivității muncii.

Economii în exploatare se vor putea obține datorită următoarelor motive :

— reducerea nivelului de pierderi în fier ;

— reducerea nivelului de pierderi în înfășurări ;

— scăderea cheltuielilor de transport, montaj și exploatare în stație, datorită greutăților de transport reduse cu aproximativ 15 %, gabaritelor reduse cu aproximativ 20%, greutăților de decuvare foarte reduse în cazul adoptării cuvei-clopot, echipării moderne cu accesorii a transformatoarelor etc.

Rezultă din aceste două aspecte că în ansamblu aceste serii de transformatoare vor pune bazele unei fabricații economice de transformatoare mari.

6.2. *Indici economici propuși*

Conform celor două grupe de economii expuse mai sus, se pot indica în tabele valorile estimate de economii.

Astfel în tabela 4 se dau comparativ economiile specifice, evaluate pentru a se realiza în ceea ce privește consumul de materiale la cele două serii față de transformatoarele noastre existente.

Tabela 4

Comparația consumului de materiale făcută între transformatoarele noilor serii și transformatoarele existente

Materialul	Trafo 110 kV existente	Trafo 110 kV serii noi	Reduceri propuse
Conductor înfășurare t/MVA	0,18	0,15	0,03
Tablă silicioasă t/MVA	0,8	0,72	0,08
Ulei t/MVA	0,9	0,7	0,2
Feroase t/MVA	0,75	0,4	0,35
Greutate totală t/MVA	3	2,1	0,9

În această tabelă greutatea uleiului și a materialelor feroase este dată în ipoteza adoptării răcirii cu circulația forțată a uleiului și suflaj de aer și al cuvei-clopot.

Economiile care se vor obține sînt însemnate și justifică introducerea în producție a noilor serii.

Tabela 5

Economiile de pierderi rezultate la pierderile în fier și pierderile în înfășurări, la transformatoarele noi față de cele vechi

Pierderi	Trafo 110 kV existente	Trafo 110 kV serii noi	Reduceri propuse
P_a medie kW/MVA	2,92	1,7	1,22
P_k medie kW/MVA	7,3	6,25	1,05
P. total medie kW/MVA	10,22	7,95	2,27

În tabela 5 se face o comparație a economiilor specifice față de puterea medie pe întreaga gamă de transformatoare, evaluate prin scăderea nivelului de pierderi la cele două serii de transformatoare față de transformatoarele care se construiesc în prezent la uzinele „Electroputere".

Din această comparație se poate vedea saltul calitativ important care se face în construcția de transformatoare mari la noi în țară, în ceea ce privește aducerea transformatoarelor noastre la nivelul tehnicii mondiale, din acest punct de vedere.

7. Concluzii

7.1. Se apreciază că față de situația producției de transformatoare nesistematizată din țara noastră și ținînd seamă de cerințele actuale ale dezvoltării construcției de transformatoare de mare putere în țară și străinătate, este necesară elaborarea a două serii de transformatoare moderne la tensiunea de 110 kV cu două și trei înfășurări.

7.2. Aceste transformatoare vor trebui concepute cu nivel redus al pierderilor, robuste la solicitările supratensiunilor atmosferice și la eforturile de scurtcircuit, cu reglaj sub sarcină, executate pe tablă laminată la rece și avînd construcție metalică și accesorii moderne.

7.3. Producția transformatoarelor va trebui încadrată într-o fabricație economică pe bază de repere și subansamble comune și cu o tehnologie avansată.

7.4. Execuția transformatoarelor celor două serii în condițiile indicate, va fi caracterizată prin obținerea unor importante economii ca fabricație și exploatare, raționalizîndu-se producția la un nivel economic corespunzător într-un domeniu foarte important, acela al fabricației de transformatoare.

Bibliografie

[1] *Popov, I.* Über die Bestimmung der optimalen Werte von grundsätzlichen Parametern bei Leistungstransformatoren. Wiss. Z. d. HfE Ilmenau nr., 4, 1958, p. 3.

[2] *Popov, I.* Eine neue Methode zur Bestimmung der optimalen Abmessungen der Kerne für Leistungstransformatoren. Deutsche Elektrotechnik **12**, nr. 7, 1958, p. 243—248.

[3] *Popov, I.* Die Bestimmung der grunsätzlichen Parameter bei einer serie Leistungstransformatoren. Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik". Berlin — Lichtemberg. Technich — wissenschaftlicher Bericht Nr. TW—59/011-a.

[4] *Grundiskii, P. G.* Ob ucete nagruzocinoi spasobnosti pri vîbore transformatorov. În: Elektriceskie stanţii, nr. 3, 1957, p. 61—70.

[5] *Obert, L.* Wirtschaftliche Netztransformatoren. Elektrizitätswirschaft, nr. 4, 1959, p. 105—110.

[6] *Langer, H.* Proiectarea transformataoarelor în R.F.G. şi în alte ţări. În: Energetică, Electrificare, Electrotehnică IDT, nr. 6, 1961, Bucureşti.

[7] *Swiderski, J.* Probleme economice la proiectarea transformatoarelor. În: Przeglad Elektrotechniku, nr. 3, 1961, p. 117.

[8] *Evseev, A. A.* O tehniko-ekonomiceschih osnovah proektirovania novîh seriah silovîh transformatorov. În: Vestnik Elektroprom **30**, nr. 6, 1959, p. 67—68.

[9] *Rădulescu, C., Toma, Gh., Năzdrăvan, I.* şi *Şarpe M.* Principiile constructive tehnologice şi de fabricaţie ale seriei unitare de transformatoare cu înfăşurare din Al pînă la 1 600 kVA, 35 kV. În: Electrotehnica, **10**, nr. 12, 1962, p. 441—449.

[10] *Brenner, R.* ş.a. Construcţia optimă a miezurilor magnetice cu tablă orientată. nr. 5, 1961, p. 148. În: Elektrotechn. Z—A, **83**,

[11] *Skala, N.* Compararea pierderilor în transformatoarele cu tablă laminată la cald şi tablă orientată. Electrotehnic (CSR) nr. 11, 1960, p. 347.

[12] *Brechna, H.* Influenţa formei şi construcţiei miezurilor de transformatoare asupra pierderilor în fier. În: Scientia Electrica V, nr. 1, 1959, p. 1—18.

[13] *Jezievski, E.* Tabla de transformatoare modernă şi tendinţele în construcţia miezurilor de transformatoare. În: Przeglad Elektrotehniku, nr. 6, 1959, p. 244—252.

[14] *Tihomirov, P. M.* Primenenie aliuminevîh obmotok v novîh seriah raspredelitelnîh transformatorov, În: Vestnik Elektroprom, **30**, nr. 8, 1959, p. 4—10.

[15] *Leites, L. V.* Despre pierderile adiţionale în bobinajele transformatoarelor. În: Vestnic Elektroprom., nr. 10, 1960, p. 23—27.

[16] *Bollman, W.* Despre fenomenele la răcirea transformatoarelor în ulei, cu radiatoare ataşate cuvelor. În: BBC—Nachrichten, **42**, nr. 9, 1960, p. 473—481.

[17] *Rossier, Cl.* Probleme de răcire. În: Bull. Ass. suisse Électr. **51**, nr. 6, 1960, p. 246—249.

[18] *Jalger, Er.* Recents progres dans la construction des transformateurs Électriques. În: Technique suisse nr. 3, 1959.

[19] *Popov, I.* şi *Hahn.* Raport asupra vizitării fabricilor de transformatoare din Franţa şi Belgia de la 13.01—26.01—1960. Berlin, 5.II.1960, TW—Prof. P/Bl.

[20] *Lăzăroiu, F.* Perspectivele tehnologiei de fabricaţie în industria electrotehnică din R.P.R. în lumina hotărîrilor Congresului al II-lea al P.M.R. Electrotehnica **9**, nr. 1, 1961, p. 5—15.

[21] *Maiskii, L. O.* Tipizaţia tehnologhiceskih proţesov kak puti soverşestvovania proizdvostvo. În: Vestnik Maşinostroenie **37**, nr. 2, 1957, p. 72—80.

[22] *Sapojnicov, A. V.* Konstruirovanie transformatorov. Moscova, Gosenergoizdat, 1959.

[23] *Küchler, R.* Die Transformatoren. Berlin Springer Verlag, 1956.

[24] *Sirotinski, L. I.* Tehnica tensiunilor înalte, vol. II, Bucureşti, Editura tehnică, 1958.

[25] *Kehse, W.* Handbuch des Transformatorenbaus. Stuttgart, Enke Verlag, 1950.

[26] *Tihomirov, P. M.* Rasciot transformatorov. Moscova —Leningrad, Gosenergoizdat, 1953.

Intrat în redacţie la 25.II.1962

Încercarea siguranţelor de înaltă tensiune şi mare putere în circuit oscilant

Scheme de încercare, fenomene fizice

Ioan Marinescu* — Bucureşti

Mărirea puterii de rupere a siguranţelor fuzibile de înaltă tensiune are o mare importanţă tehnico-economică pentru exploatarea reţelelor. Analizînd cîteva scheme de încercare a siguranţelor de înaltă tensiune la putere de rupere în circuit oscilant, autorul s-a fixat asupra unei scheme care reproduce fenomenele fizice care au loc la încercarea reală din reţea la puterea de rupere. Circuitul oscilant prezintă la încercarea la putere de rupere avantaje economice însemnate faţă de încercarea în reţea sau cu generator de şoc, reproducînd fenomenele fizice cu suficientă exactitate.

CZ 621.316.923.2.027.6 : 621.317.382.064.3

Siguranţele de înaltă tensiune şi mare putere îşi găsesc o întrebuinţare din ce în ce mai largă în sistemele energetice. Dat fiind că ele au un efect limitativ asupra curenţilor de scurtcircuit întrebuinţarea lor pentru protecţia instalaţiilor de putere mică conectate la sisteme energetice puternice este raţională. Grupul separator de sarcină-siguranţă fuzibilă asigură o funcţionare corectă în cazul amintit aducînd totodată economii importante. Tendinţa de a se utiliza pe scară largă siguranţele de înaltă tensiune implică o calitate superioară a acestora pentru a se asigura o funcţionare corectă. În felul acesta verificarea performanţelor acestor aparate apare ca o necesitate de prim ordin.

Încercarea siguranţelor de înaltă tensiune în staţiile de încercare obişnuite (reţea sau în laboratoare dotate cu generatoare de scurtcircuit mari) este foarte costisitoare [1], [2]. Pentru a micşora cheltuielile de încercare şi a reproduce totuşi integral fenomenele ce apar la deconectarea curenţilor de scurtcircuit din instalaţiile de înaltă tensiune prin siguranţă s-a propus schema de încercare în circuit oscilant [1], [2], [3]. Iniţial se părea că apa-

* Ing. *I. Marinescu* este cercetător principal la ICET.

ratele limitatoare de curent și cu cădere mare de tensiune în arc (cazul siguranțelor) nu pot fi încercate în circuit oscilant deoarece în timpul încercării variază esențial forma curbei curentului. Cercetările ulterioare [1] au arătat că fenomenul amintit nu influențează încercarea și că circuitul oscilant asigură posibilitatea încercării siguranțelor de înaltă tensiune și mare putere tocmai în domeniul cel mai interesant din punct de vedere practic și anume la putere de rupere.

1. Condiții ce trebuie îndeplinite la încercarea în circuit oscilant

Condițiile ce trebuie îndeplinite în circuitul oscilant la încercarea siguranțelor de înaltă tensiune au fost descrise succint într-o altă lucrare [4]. În lucrarea de față se va accentua asupra fenomenelor care au loc la deconectarea curenților de scurtcircuit. În cazul încercării în rețea sau în cazul încercării într-un laborator cu generatoare de șoc rotative, alura curentului și a tensiunii sînt asemănătoare cu cele din figura 1. Curentul de scurtcircuit i care ar apărea în circuit dacă nu ar exista siguranța este limitat de aceasta la valoarea maximă i_a. În primul moment adică de la începutul trecerii curentului de scurtcircuit pînă la limitarea acestuia, curentul de scurtcircuit este determinat numai de reactanța circuitului (rezistența ohmică a siguranței este neglijabilă în această fază). Din acest moment fuzibilul se arde și arcul format se stinge intens, astfel că creșterea curentului este întreruptă și el scade spre valoarea zero pe care o atinge însă numai în momentul trecerii tensiunii prin zero. Siguranța se consideră că a funcționat normal dacă la creșterea ulterioară a tensiunii curentul rămîne zero. Scăderea curentului către valoarea zero se face de fapt în două etape. În prima etapă imediat următoare limitării curentului scăderea curentului se datorește atît creșterii rezistenței siguranței cît și inductanței circuitului deoarece termenii $\frac{di}{dt}$ și respectiv $L\frac{di}{dt}$ sînt mari. În apropierea trecerii prin zero a curentului, curentul prin siguranță este determinat pentru o valoare dată a tensiunii exclusiv de rezistența siguranței. În momentul în care curentul prin siguranță începe să scadă, la bornele siguranței apare supratensiunea de deconectare U_s, care conform normei VDE 0672/57 nu trebuie să depășească 2 U_{max}. Dacă circuitul deconectat de siguranță nu conține capacități atunci tensiunea de restabilire la bornele siguranței U are frecvența industrială; dacă circuitul conține capacități atunci la bornele siguranței apare o tensiune de restabilire de frecvență mărită care modulează frecvența industrială. Cazurile de deconectare din practică se referă la acest ultim caz proiectul de normă VDE 0672/57 și norma franceză NFC 64 —200 din 1956 indicînd valorile frecvențelor tensiunii de restabilire.

Din figura 1 și din cele spuse mai sus rezultă că fazele principale ale deconectării care

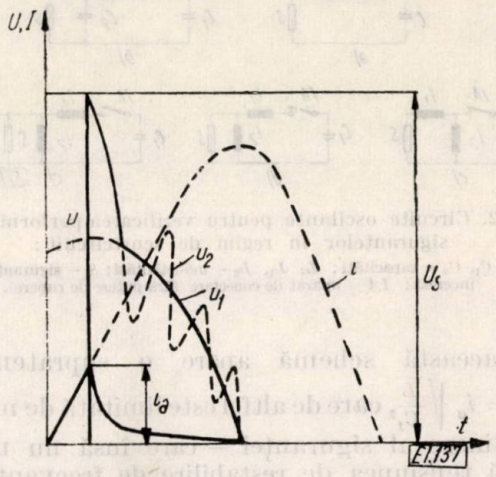


Fig. 1. Variația tensiunii și curentului în cazul deconectării unui scurtcircuit din rețea printr-o siguranță limitatoare: i – curentul de scurtcircuit prezumat (la 50 Hz); i_a – valoarea instantanee a curentului deconectat de siguranță; u – tensiunea circuitului de frecvență industrială; U_s – supratensiunea de deconectare; u_1 – tensiunea de restabilire de frecvență industrială; u_2 – tensiunea de restabilire de frecvență mărită.

trebuie reproduse și de circuitul oscilant sînt următoarele [1]:

a) de la apariția curentului de scurtcircuit pînă la limitarea acestuia variația trebuie să fie după o sinusoidă de frecvență industrială a cărei amplitudine să corespundă unei puteri de rupere impusă;

b) după arderea fuzibilului și formarea arcului siguranța trebuie să se găsească într-un circuit a cărei tensiune electromotoare are o valoare egală cu o anumită tensiune de frecvență industrială, iar inductanța circuitului de încercare trebuie să corespundă celei a circuitului scurtcircuitat la puterea de rupere dată;

c) la trecerea curentului remanent prin siguranță, siguranța să se afle într-un circuit cu o sursă a cărei tensiune electromotoare are frecvența industrială de o anumită amplitudine și defazare inițială.

În cazurile în care se cere respectarea fenomenului din rețele la punctele *b* și *c* frecvența industrială a tensiunii la bornele siguranței este modulată de o frecvență mărită.

2. Analiza cîtorva scheme din punctul de vedere al reproducerii fazelor de deconectare

În figura 2 sînt date cîteva scheme de încercare în circuit oscilant a siguranțelor. În figura 2 *a* se observă că în nici un caz nu pot fi reproduse fenomenele care au loc după arderea fuzibilului deoarece simultan cu curentul remanent prin siguranță apare la bornele aces-

teia o tensiune continuă făcînd ca încercarea să fie mai dură. În figura 2, *b* [2] de asemenea nu sînt reproduse integral toate fazele.

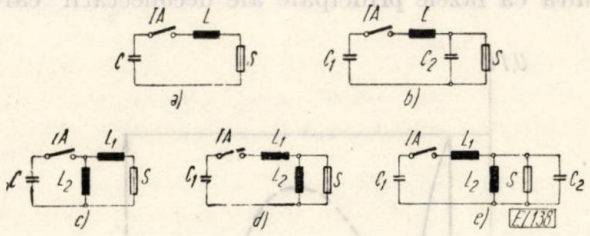


Fig. 2. Circuite oscilante pentru verificarea performanțelor siguranțelor în regim de scurtcircuit :
C, C_1, C_2 – capacități; *L*, L_1, L_2 – inductivități; *S* – siguranța de încercat; *IA* – aparat de conectare (fără putere de rupere).

În această schemă apare o supratensiune $U_s = i_a \sqrt{\frac{L}{C_1}}$, care de altfel este limitată de nivelul de ținere al siguranței — care însă nu modelează tensiunea de restabilire de frecvență industrială, deci nu se produce fenomenul real. Schemele din figurile 2 *c*, 2 *d* [1] reproduc cu suficientă precizie pentru practică fenomenele de deconectare dacă sînt impuse anumite condiții parametrilor circuitului. Dat fiind timpul mic de ardere al fuzibilului prima fază a fenomenului poate fi reprodusă cu suficientă exactitate de un curent sinusoidal de frecvență mărită dacă acest curent are aceeași pantă în origine ca și curentul de scurtcircuit de frecvență industrială corespunzător puterii de rupere impuse. Aplicîndu-se teorema generatorului echivalent [1] la aceste două circuite se vede că ele reproduc cele trei faze ale fenomenului dacă L_1, L_2 și C_1 sînt de valori corespunzătoare. Alegerea trebuie astfel făcută încît în prima fază curentul să fie determinat de ramura L_1S, deci $L_1 \ll L_2$, curentul prin siguranță avînd o pulsație $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$. În fazele următoare pulsația tensiunii la bornele siguranței este $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C_1 L_2}}$, și este corespunzătoare frecvenței industriale. Se poate arăta [1] că în cazul acesta eficiența economică a circuitului oscilant poate fi exprimată prin raportul

$$\eta = \frac{P_n}{P_k} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 - 1 \qquad (1)$$

în care :

P_k este puterea circuitului oscilant ;

P_n — puterea de rupere a siguranței (impusă pentru încercare).

Din această relație rezultă că pentru $\frac{\omega_2}{\omega_1} > \sqrt{2}$ siguranța poate fi încercată într-un circuit care are o putere de scurtcircuit mai mică decît puterea de rupere a siguranței. Avantajul schemei 2 *d* față de schema 2 *c* rezultă din faptul că în schema 2 *d* tensiunea de încercare a condensatorului C_1 poate fi mai mare, deci și curentul în ramura L_1 mai mare și puterea de scurtcircuit a schemei mai mare. Aceasta este posibil bineînțeles atunci cînd izolația capacității C_1 permite încărcarea la o tensiune mai mare.

Dezavantajul circuitelor 2 *c* și 2 *d* rezidă în faptul că, în faza finală, la bornele siguranței nu apare o tensiune de restabilire de frecvență mărită, deci comportarea nu corespunde condițiilor reale din rețele. Circuitul din figura 2, *e* reproduce și această fază. Capacitatea C_2 poate fi reglată astfel ca să se obțină frecvența de restabilire de frecvența dorită. Analiza circuitului din figura 2, *e* s-a efectuat atît analitic cît și la mașina analogică MECAN I [4].

În figura 3 sînt prezentate curbele tensiunii și curentului în circuitul oscilant. De la timpul $t = 0$ pînă la $t = t_1$, fenomenele sînt identice pentru circuitele din figurile 2 *c*, 2 *d* și 2 *e*

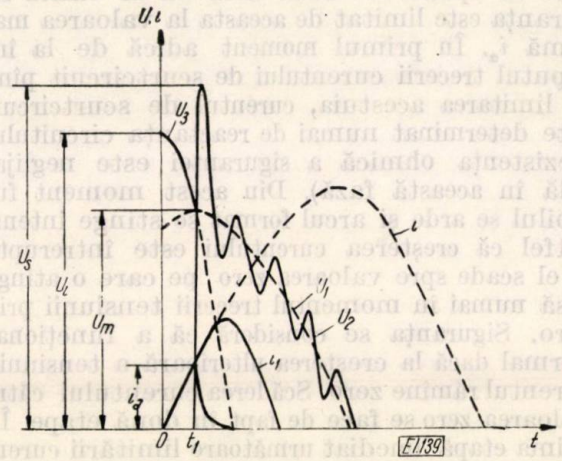


Fig. 3. Variația tensiunii și curentului la deconectarea printr-o siguranță limitatoare a unui curent de scurtcircuit din circuitul oscilant din figura 2, *e* :
U_s – supratensiunea de deconectare; U_i – tensiunea de încărcare a capacității C_1; u_1 – tensiunea de restabilire de frecvență industrială; u_2 – tensiunea de restabilire de frecvență mărită; u_3 – tensiunea la bornele capacității C_1 în cazul nefuncționării siguranței; i – curentul de scurtcircuit de 50 Hz la puterea de rupere dată; i_1 – curentul de scurtcircuit de frecvență mărită din circuitul oscilant; i_a – valoarea instantanee a curentului deconectat de siguranță.

și anume atît tensiunea (U_3) cît și curentul (i_1) variază cu o frecvență mărită. În acest moment apare o supratensiune (U_s) dată de variația bruscă a curentului în circuitul siguranței. Tensiunea de restabilire poate fi de frecvență industrială (U_1) în cazul în care din circuit lipsește condensatorul C_2 (circuitele din figurile 2, *c* și 2, *d*) sau de frecvență mărită (U_2) în cazul circuitului din figura 2, *e*. Indiferent de frecvența tensiunii de restabilire valoarea t.e.m. a circuitului oscilant în mo-

mentul deconectării trebuie să fie corespunzătoare cu t.e.m. a circuitului de încercare cu generatoare de mare putere, și anume apropiată de valoarea maximă a tensiunii nominale a siguranței. Acest deziderat este îndeplinit numai dacă tensiunea de încărcare a condensatorului C_1 este superioară valorii maxime a tensiunii nominale a siguranței U_n, și anume are valoarea :

$$U_i = \frac{1}{\cos \omega_1 t_1} \cdot U_m \cos \omega_1 t_1. \qquad (2)$$

Pentru valori mici ale lui t_1, $\cos \omega_1 t_1 = 1$, deci $U_i = \frac{1}{\cos \omega_2 t_1} \cdot U_m$.

În cele ce urmează se va face o analiză mai amănunțită a fenomenelor, din punctul de vedere al integralei pătratului densității de curent în raport cu timpul. Presupunînd un regim adiabatic de ardere al fuzibilului, s-a stabilit că pentru un anumit material al fuzibilului, valoarea integralei pătratului densității de curent în raport cu timpul este o constantă [5]. Impunîndu-se deci condiția de pantă, s-a calculat valoarea acestei constante pentru circuitul oscilant. S-a procedat în felul următor : cu formulele de calcul [5] pentru un scurtcircuit simetric de frecvență industrială (cazul cel mai greu de funcționare a siguranței), s-a determinat pentru un anumit fuzibil timpul de ardere (t_1). S-a calculat apoi în cazul circuitului oscilant integrala pătratului densității de curent limita de integrare superioară fiind t_1.

Curentul în circuitul oscilant este dat de relația :

$$i = I_m e^{-\delta t} \sin \omega_2 t \qquad (3)$$

unde : $\delta = \frac{R}{2L}$

R este rezistența ohmică a circuitului ;
L — inductivitatea circuitului.

Integrala pătratului densității de curent în raport cu timpul este :

$$C = \int_0^{t_1} \frac{I_m^2}{S^2} e^{-2\delta t} \sin^2 \omega_2 t \, dt = \frac{I_m^2}{4S^2} \left\{ \frac{1}{\delta} (1 - e^{-2\delta t_1}) - \right. \qquad (4)$$

$$\left. - \frac{1}{\delta^2 + \omega_2^2} [\delta + e^{-2\delta t_1} (\omega_2 \sin 2\omega_2 t_1 - \delta \cos 2\omega_2 t_1)] \right\}$$

unde S este secțiunea fuzibilului.

Calcularea curentului I_m s-a făcut după lucrarea [6] ținîndu-se seama de supraîncărcarea bateriei de condensatoare C_1.

$$I_m = U_i \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \exp \left[\frac{-r \sin^{-1} (1 - r^2)^{1/2}}{(1 - r^2)^{1/2}} \right] = \qquad (5)$$

$$= U_i \sqrt{\frac{C_1}{L_1}} \cdot f(r)$$

unde $r = \frac{R}{2} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}$; R = rezistența circuitului inclusiv siguranța. Funcția $f(r) = 0{,}79 \div 0{,}95$ pentru cazurile practice.

Din calcule a rezultat că impunîndu-se o anumită pantă în origine și cu parametrii astfel determinați calculîndu-se capacitatea C se obțin erori mici de ordinul a 1% deci aproximația făcută în ceea ce privește echivalența încercărilor în rețea și în circuit oscilant prin echivalarea pantelor în origine este justificată.

În ceea ce privește însă valoarea curentului

$$i_a = I_m \sin \omega_2 t_1 \qquad (6)$$

întrerupt apar erori mai mari ce pot atinge 10% de unde rezultă că solicitările siguranței din acest punct de vedere vor fi diferite, ca și supratensiunile de altfel. Pentru a se stabili în ce măsură influențează siguranța circuitul din punctul de vedere al curenților și al supratensiunilor, trebuie făcute cîteva probe preliminare pentru fiecare tip de siguranță încercat. Aceste probe sînt necesare deoarece existența elementelor C_2 și a lui L_1 diferite de capacitatea și inductivitatea circuitului real scurtcircuitat, face ca supratensiunile să fie în orice caz diferite. În circuitul oscilant, un rol important în apariția supratensiunilor îl joacă degajarea de energie din siguranță. În orice caz încercarile în circuit oscilant a două siguranțe de același curent nominal și aceeași tensiune nominală, dar diferite din punct de vedere constructiv, vor da supratensiuni diferite. Dacă parametrii circuitului oscilant sînt astfel aleși încît să se obțină pentru încercarea la o anumită putere de rupere, ca inductanța L_1 care determină curentul de scurtcircuit în circuitul oscilant să aibă o valoare apropiată de aceea a inductanței rețelei scurtcircuitate, atunci, din punctul de vedere al reproducerii primei faze a tensiunii de deconectare, există o echivalență între încercarea în circuit oscilant, și încercarea în rețea.

Dezavantajul principal al încercării în circuit oscilant față de încercarea în rețea sau cu generatoare de șoc constă în faptul că circuitul oscilant permite încercarea la putere de rupere numai a siguranțelor la care timpul de topire al fuzibilului este mic (nu depășește zecimi de semiperioadă). Fără îndoială că se pot încerca și siguranțele cu un timp de topire al fuzibilului mare, însă atunci eficiența economică a încercării în circuit oscilant față de celelalte două metode de încercare scade, după cum arată expresia (1). În acest caz circuitul oscilant trebuie să reproducă curentul cu o frecvență apropiată de cea industrială și în acest caz este necesar ca bateria de condensatoare să aibă o valoare foarte mare. În cazul în care se urmărește a se păstra pentru capacitatea bateriei de condensatoare o valoare mică, este necesar ca

tensiunea de încărcare a acestei baterii să fie mult mai mare decît valoarea maximă a tensiunii nominale a siguranței de încercat, acest lucru fiind impus atît de valoarea mare a inductanței L_1 care limitează curentul de scurtcircuit (inductanța mare este cerută de scăderea frecvenței la o valoare stabilită a capacității bateriei de condensatoare), cît și de faptul că L_1 fiind mare căderea de tensiune pe inductanță este mare și, pentru a obține la bornele siguranței încercate tensiunea nominală de frecvență industrială, trebuie mărită tensiunea de încărcare a bateriei de condensatoare. Există însă o limitare și în acest caz prin aceea că trebuie ca energia arcului să fie mică, astfel ca energia cedată de bateria de condensatoare să fie superioară în orice caz energiei arcului. Un alt dezavantaj al circuitului oscilant îl constituie faptul că în cazul funcționării necorespunzătoare a siguranței încercate (siguranța nu limitează la puterea de rupere impusă) solicitarea termică și mecanică este mai mică, deoarece în scurt timp ener ia bateriei de condensatoare se anulează. În rețea sau în laborator cu generator de șoc, solicitarea este mai mare în acest caz ducînd la distrugerea siguranței. deci două siguranțe identice încercate în cele Două condiții au un aspect diferit după încercare. Necorespondența celor două metode de încercare este numai aparentă deoarece oscilogramele arată că în ambele cazuri după arderea fuzibilului curentul nu este limitat el continuînd să crească. Luîndu-se drept criteriu de comparație oscilogramele înregistrate în cursul încercărilor, și nu aspectul exterior al siguranțelor încercate, rezultă că dezavantajul amintit este pur formal.

Încercarea în circuit oscilant este corespunzătoare cu apariția în rețea a unui scurtcircuit. Imposibilitatea obținerii unui curent asimetric poate apărea la prima vedere ca un dezavantaj. După cum s-a demonstrat [5], condițiile cele mai grele de funcționare ale siguranței sînt însă tocmai în acest domeniu unde deși timpul de întrerupere este mai mic curentul limitat este mai mare și ca urmare energia în arc și supratensiunile sînt mai mari. Deci funcționarea corectă în regim simetric este o garanție că siguranța va funcționa bine în exploatare.

3. Concluzii

3.1. Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune în domeniul cel mai important din punct de vedere practic și anume la putere de rupere, se poate face în condiții tehnice bune cu avantaje economice însemnate de investiții și exploatare, într-un circuit oscilant. Circuitul oscilant redă cu suficientă exactitate fenomenele fizice care apar la încercarea siguranțelor în rețea sau în laboratoare dotate cu generatoare de șoc.

3.2. Analiza condițiilor de echivalare a încercărilor din rețea cu cele din circuitul oscilant, din punct de vedere al integralei pătratului densității de curent în raport cu timpul, conduce la concluzia că acceptîndu-se pentru aceasta erori sub 1 % condiția de echivalare a pantei în origine cunoscută din literatură este suficientă.

3.3. Schemele de încercare expuse oferă posibilitatea verificării puterii de rupere a siguranțelor de înaltă tensiune în anumite limite dictate de caracteristicile siguranței și parametrii circuitului, și verificarea caracteristicilor materialului de umplere.

3.4. Stația de încercări în circuit oscilant a siguranțelor de înaltă tensiune la putere de rupere construită la ICET s-a făcut după schema din figura 2 *e*, care reproduce cel mai exact fenomenele care apar la deconectarea curenților de scurtcircuit prin siguranțele de înaltă tensiune. Încercările efectuate în această stație vor fi expuse într-un articol ulterior.

Bibliografie

[1] *Kaplan, V. V.* și *Naşatîr V. M.* Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune în circuit oscilant. Electricitatea (traducerea rev. Electricestvo) **77** (1956) 5, p. 67—73.

[2] *Kriechbaum, K.* Schaltspannungen von Hochspannungssicherungen AEG—Mitt. **52** (1962) 7/8, p. 350.

[3] *Zajic V. I.* Remarques sur les méthodiques des essais en courtcircuit. Symposium Praha, sept. 1959.

[4] *Marinescu, I., Popov, M.* și *Tătaru, N.* Folosirea calculatorului analogic la rezolvarea circuitelor cu trei și patru acumulatoare de energie. Electrotehnica **9**, (1961) 10, p. 351—357.

[5] *Rüdenberg, R.* Fenomene tranzitorii în sistemele electroenergetice. Editura tehnică, București, 1959.

[6] *Craggs, I. D.* și *Meek, I. M.* High voltage laboratory technique. Butterworths Sci. Publ. London 1954.

Intrat în redacție la 5.1.1963

Baterii galvanice cu caracteristici superioare, fabricate cu tipuri de bioxid de mangan de mare activitate

Mircea Barosu, Sever Sudreşan şi Constanţa Năstase*

Îmbunătăţirea calităţii bateriilor galvanice cu scopul atingerii unor performanţe superioare se obţine utilizînd materii prime din ţară, care sînt studiate temeinic şi sînt asimilate în producţia curentă pe baza unei tehnologii modificate a depolarizanţilor. Datorită unei colaborări strînse între institutul de cercetări şi fabrica respectivă s-au atins rezultate remarcabile din punct de vedere tehnic şi economic.

CZ 621.352.32.001.5 (498)

1. *Punerea problemei.* Cele mai cuprinzătoare lucrări în domeniul pilelor şi bateriilor galvanice [1], [2], [3], [4], [5], [6] o serie de informaţii cu privire la procesul tehnologic şi mecanismul chimic [7], [8], [9], [10], precum şi publicaţii din ultimii ani [11], [12], [13], [14], [15], [16], recomandă, ca utilizabile în fabricaţie, tipurile de bioxid de mangan, ale căror caracteristici principale sînt prezentate în tabela 1.

În literatura sovietică [1], [19] pentru minereul de bioxid de mangan activat după procedeul lui Marcov (GAP) (tabela 1) se dau unele indicaţii de utilizare a acestuia, direct ca principal component procentual al depolarizanţilor. În acest caz, pentru a îngrădi fenomenul de autodescărcare a produselor, se acţionează prin pregătirea materialului (GAP) la o granulaţie mare, care să asigure depolarizanţilor o porozitate propice unei bune absorbţii de electrolit în timpul înmuierii şi se folosesc tipuri speciale de electroliţi, în care locul clorurii de amoniu, component principal, este luat de clorura de calciu.

Tabela 1

Caracteristici generale ale tipurilor de MnO_2

Tipul de bioxid de mangan	Analiza chimică, %				Cifra de activitate $cm^3 N_2$
	MnO_2 (oxalic)	Fe_2O_3 (total)	Fe solubil în electrolit	Insolubil în HCl	
Minereuri naturale	minimum 80	1—2,5	maximum 0,20	5—8	30±6
Minereuri naturale activate	minimum 70	maximum 1,50	maximum 0,05	maximum 10	minimum 90
Bioxid de mangan artificial	minimum 90	maximum 0,80	maximum 0,05	lipsă	minimum 100

În ceea ce priveşte roentgeno-structura bioxizilor de mangan cunoscuţi, literatura [3], [12], [17] şi [18] constată ca forme foarte active în procesul de depolarizare ramsdelita şi criptolemanul, iar formei piroluzitice i se atribuie activitate scăzută. Gradul de cristalizare al minereurilor, de asemenea influenţează mult activitatea acestora, formele cele mai amorfe fiind cele mai active.

Din punct de vedere tehnologic, literatura [1], [2], [3], [4], [6] face constatarea că în reţetele de depolarizanţi locul preponderent procentual trebuie să-l ocupe minereurile naturale de activitate moderată, minereurile activate sau bioxidul de mangan artificial foarte activ neputînd fi utilizate decît ca adaosuri în procente de 3—15%. Argumentarea acestui punct de vedere se dă prin faptul că bioxidul de mangan artificial, foarte activ, utilizat singur, furnizează, tensiuni în sarcină şi capacităţi de curent iniţiale excepţionale, dar fenomenul de autodescărcare al bateriilor este atît de accentuat încît produsele devin practic inutilizabile în timp scurt de la fabricaţie.

După cum este arătat în tabela 1 literatura de specialitate nu semnalează posibilitatea utilizării unui minereu natural cu procente de Fe_2O_3 mai mari de 2,5% în fabricaţia de pile şi baterii galvanice şi un accent deosebit este pus pe necesitatea ca procentul de fier solubil în electrolit să fie foarte mic.

Este interesant de arătat, că în condiţiile de calitate în general cunoscute pentru celelalte materii prime (zinc, grafit, negru de fum şi săruri pentru electroliţi [1], [2], [3], [4], [5], [6]), utilizîndu-se în fabricaţiile străine bioxidul de mangan cu caracteristici conform tabelei 1, caracteristicile ce se realizează la bateriile obişnuite de 4,5 V (21 × 62 × 66 mm) sînt cele indicate în normele prezentate în tabela 2.

În această lucrare prezentăm o soluţie tehnică, interesantă mai ales prin simplitatea ei, pe baza căreia minereul de oxizi de mangan romînesc, cu caracteristici foarte particulare, faţă de ale materialelor similare străine, prezentate în tabela 3, a devenit utilizabil în fabricaţia de baterii galvanice, asigurîndu-se produselor ca-

* Chimist diplomat *M. Barosu* este şeful laboratorului de electrochimie la ICET, ing. *S. Sudreşan* este şeful secţiei de elemente galvanice la IIS Electro-Banat şi ing. *C. Năstase* este cercetătoare la laboratorul de electrochimie ICET.

Tabela 2

Norme şi condiţii de încercare pentru baterii de 4,5 V

Fabricaţia şi norma	Simbol baterie	Metoda de încercare			Caracteristici iniţiale		Perioada de depozitare, luni	Durata sau capacitatea după depozitare (minimum)	Scăderea de durată sau capacitate la depozitare, %
		rezistenţa exterioară, Ω	tensiunea finală la descărcare, V	regimul de descărcare	durata, min (minimum)	capacitatea, Ah (minimum)			
CEI nr. 86/1957	3R—12	15	2,25 pro baterie	10 min/zi 5 zile pe săptămînă	210	—	6	168 min	20
U.R.S.S. GOST 2583-1960	KBSL 0,5	10	2,00 pro baterie	continuu	120	0,45	6	80 min 120 min 0,27 Ah	40
	KBSH 0,7	10	2,00 pro baterie	continuu	180	0,63	8	120 min 0,36 Ah	40
	KBSL 0,5 KBSL 0,7	15	2,25 pro baterie	10 min/zi 5 zile pe săptămînă	210	—	6	170 min	20
C.S.R. CSN nr. 364, 172, 72	tip 310	15	0,6 pro element	continuu	300	—	5	240 min	20
R.P.R. STAS 809—55	BUB 4,5	15	2,1 pro baterie	continuu	180	0,6	3	0,54 Ah	10

racteristici bune, comparate cu ale celor mai apreciate produse străine.

Tabela 3

Caracteristicile minereului romînesc

Analiza chimică, %				Cifra de activitate (cm^3 N_2)	Compoziţia structurală calitativă (în ordinea preponderenţei)
MnO_2 (oxalic)	Fe_2O_3 (total)	Fe solubil în electrolit	Insolubil în HCl		
60—68	10—15	max 0,02	12—16	60—85	ramsdelită-criptomelan-piroluzită (puţin prezentă)

S-ar putea ca lectura tabelei 3 să producă surpriză în rîndurile specialiştilor în acest domeniu, deoarece, din datele de literatură de care dispunem, nimeni nu dă indicaţii asupra posibilităţii de utilizare a unui material cu astfel de caracteristici. Se înţelege că greutatea temei care a fost abordată a constat tocmai în necesitatea de a se asigura produselor noastre caracteristici corespunzătoare normelor internaţionale, utilizînd în fabricaţie un minereu de oxizi de mangan cu procent de Fe_2O_3 şi cu cifră de activitate neobişnuit de mare.

Aspectul economic al acestei probleme este foarte important, din o serie întreagă de considerente, printre care sînt :

— asigurarea bazei materiale, pentru perspectivele de dezvoltare a producţiei de baterii în ţară ;

— îmbunătăţirea calitativă a produselor destinate echipării aparatelor tranzistorizate pentru uz intern şi pentru export ; şi mai ales o importantă economie anuală de devize.

Trebuie să amintim faptul că importanţa acestei probleme a fost sesizată încă din anul 1955, de prof. Cişman Al. şi apoi de ing. Creangă O., care au avut şi unele preocupări interesante pentru soluţionarea ei [20].

În ambele cazuri preocupările s-au îndreptat însă numai către ameliorarea calitativă a minereului şi au avut ca obiectiv micşorarea procentului de Fe_2O_3 şi creşterea conţinutului de MnO_2, prin diferite tratamente chimice, aplicate materialului. La acea etapă, nu fusese încă pusă problema determinării cifrei de activitate a materialului şi nici a vreunui studiu pentru modificarea ei. De altfel primele clarificări ale unei metode eficiente de determinare a cifrei de activitate, a unui tip de bioxid de mangan, nici în literatura de specialitate nu au apărut înainte de 1958 [16]. În ţară, cunoaşterea şi aplicarea practică a metodei de determinare a activităţii unui minereu şi a corespondenţei acesteia cu procesul de depolarizare din elementele galvanice s-a făcut pentru prima oară la ICET, în acelaşi an.

Este interesant de arătat că numai preocupările pentru ameliorarea calitativă a minereului nu au putut conduce la soluţionarea temei, deşi oarecare tendinţe de estompare a fenomenului de autodescărcare au putut fi observate încă la unele loturi experimentale de baterii executate în anii 1958 şi 1959, cu minereu supus la diferite tratamente chimice. Spre exemplificare, în figura 1 este prezentată autodescărcarea,

într-o perioadă de 90 de zile de depozitare, la unele produse care au fost executate folosind o rețetă obișnuită de depolarizant în care raportul C/MnO_2 a fost 0,26 și o rețetă de electrolit pe bază de clorură de amoniu.

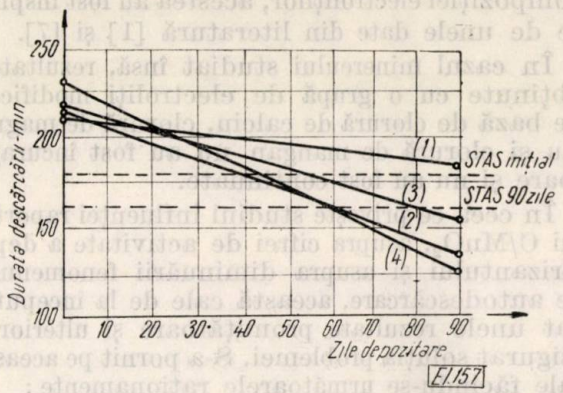


Fig. 1. Autodescărcarea bateriilor executate cu minereu romînesc în 90 de zile de depozitare, la un raport C/MnO_2 = = 0,26, în depolarizant.

În figură palierele 180 min și 162 min reprezintă caracteristici impuse bateriilor de STAS 809-55, inițial și la 90 de zile de depozitare. Diagramele reprezintă : 1 — autodescărcarea bateriilor executate cu minereu natural sovietic; 2 — autodescărcarea bateriilor executate cu minereu natural Iacobeni; 3 — și 4 — autodescărcarea bateriilor executate cu minereu Iacobeni, după ce a fost tratat chimic pe două căi diferite.

Pentru a soluționa problema anunțată, în aceste lucrări s-au propus următoarele obiective de experimentare :

— Analiza completă comparativă a minereului din țara noastră alături de minereuri străine. Atenția a fost îndreptată mai ales asupra analizei impurităților de fier solubil în electrolit, asupra cifrei de activitate și roentgen-structurei minereului.

— A fost interesant a cunoaște o cale de diminuare a cifrei de activitate a minereului.

— S-a propus a se acționa, pentru diminuarea fenomenului de autodescărcare, prin modificări operate în tehnologia bateriilor. S-au avut în vedere o serie de încercări privind modificarea compoziției electrolitului și o serie de încercări privind variația raportului C/MnO_2 în depolarizant. Prin elaborarea unor noi rețete s-a contat pe stabilirea unor premise de extindere a acestui studiu la utilizarea bioxidului de mangan artificial cu activitate foarte mare, ca principal constituent în depolarizant. Prin aceasta se urmărea creșterea esențială a caracteristicilor electrice inițiale, importante mai ales pentru bateriile destinate aparatelor tranzistorizate.

2. *Datele experimentale.* Prima chestiune care se cerea să fie elucidată în cadrul acestei probleme a fost analiza fizico-chimică a minereului romînesc. Tabela 3 a arătat principalele date medii care au fost determinate. Caracteristica „Fe_2O_3 total" prezentînd valori de circa 10 ori mai mari decît cele admise de literatura de specialitate (tabela 1) a pus la început sub semn de întrebare posibilitatea folosirii acestui material în fabricația de baterii galvanice. Chestiunea a fost însă elucidată favorabil prin analizarea fierului solubil în electrolit, deoarece s-a constatat că acesta se încadra, în majoritatea cazurilor, în valoarea maximă prescrisă de literatură [2], [3].

Fiind vorba de un material obținut prin extracție naturală, bineînțeles că existată posibilitatea ca unele loturi să prezinte procente mai mari de fier solubil. Aceasta însă nu constitue un impediment, deoarece prin tratamentele chimice în soluții acide, experimentate de specialiștii amintiți, înlăturarea fierului solubil este asigurată.

Fiind vorba de un minereu natural, cu procente mari de balast „insolubile în HCl", desigur că și conținutul scăzut de MnO_2 (oxalic) a generat la început îndoială asupra posibilității utilizării lui în fabricația de baterii. În legătură cu aceasta însă, o constatare pozitivă s-a făcut cu ocazia determinărilor de structură în raze X. Analiza comparativă cu alte materiale a constatat că formele „ramsdelit și criptomelan" sînt predominante*) și s-a dat astfel și explicația" cifrei mari de activitate a minereului. Pentru determinarea cifrei de activitate s-a practicat o metodă de lucru adaptată după TGL nr. 4463 [17].

Minereul natural exploatat la Iacobeni a prezentat, de-a lungul studierii lui, neomogenitate din punctul de vedere al cifrei de activitate, aceasta situîndu-se între valorile 60—85 cm^3. S-a constatat că tratamentele chimice în soluții acide aplicate minereului nu au influențat substanțial modificarea cifrei de activitate și a structurii. Fiind însă necesară asigurarea unei omogenități a materialului, din punctul de vedere al cifrei de activitate, la minereuri la care aceasta a depășit valoarea 70 cm^3 N_2 s-au făcut încercări de diminuare a ei.

După indicațiile literaturii de specialitate s-a procedat la calcinarea materialului la diferite temperaturi. Prin calcinarea la temperaturi peste 500°C oxidul superior (MnO_2) se transformă în oxizi inferiori Mn_2O_3 și Mn_3O_4, ceea ce conduce la scăderea cifrei de activitate. Pînă la temperatura de 350°C MnO_2 este stabil, și cifra de activitate a materialului nu ar trebui să se modifice [17], [22]. În încercările noastre s-au făcut constatări interesante care sînt exemplificate în figura 2 în care se prezintă probe de minereu natural Iacobeni, care au fost încălzite timp de 5 h la diferite temperaturi.

* Determinările comparative de structură în raze „x" asupra materialelor au fost executate la IFB de către tov. dr. Grigorovici R. și Mănăilă R.

Se vede că, în timp ce cifra de activitate a materialului scade foarte mult, chiar la o încălzire numai pînă la 200°C, procentul de MnO_2 oxalic nu se modifică simțitor, decît numai prin încălzire la temperaturi peste 350°C. Explicarea

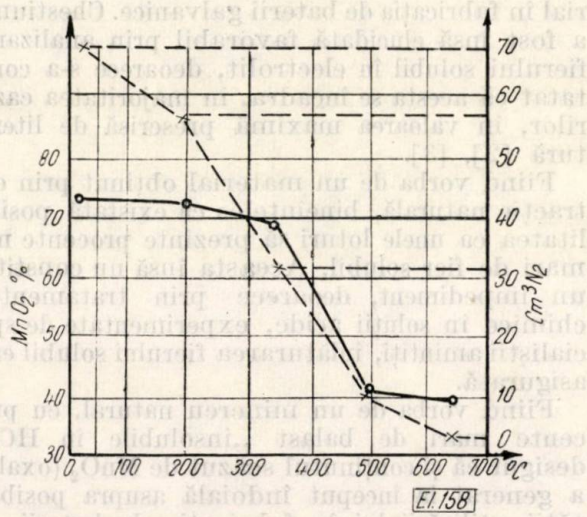


Fig. 2. Variația procentului de MnO_2 și a cifrei de activitate în funcție de temperatura de încălzire a materialului.

Tabela 4

Temperatura de încălzire, °C	Structura cristalină în ordinea preponderenței
Minereu neîncălzit	ramstelit, criptomelan + (piroluzită puțin frecventă)
200	ramstelit + criptomelan + piroluzită
350	piroluzită + ramstelit + criptomelan
500	piroluzită + critpomelan + (ramstelit puțin frecvent + + Mn_2O_3 cubic
650	Mn_2O_3 cubic + Mn_2O_2 (piroluzită puțin frecventă)

acestei comportări a minereului s-a dat cu ușurință prin analiza cu raze X a probelor după încălzirea lor la temperaturile indicate. Modificarea structurală este prezentată în tabela 4 și se vede că scăderea cifrei de activitate se asociază îmbogățirii treptate a probelor în piroluzită inactivă și forme inactive de γMn_2O_3 și Mn_2O_3 cubic.

S-a putut trage concluzia că pentru micșorarea cifrei de activitate a minereului, în scopul omogenizării calitative a loturilor este suficientă încălzirea la temperaturi de maximum 200°C, un timp care este în funcție de cantitatea materialului și de condițiile de încălzire.

Cu privire la omogenizarea calitativă a minereului exploatat la Iacobeni un aport foarte important l-a adus construirea și darea în exploatare a unei instalații de tratare fizică (concentrare, zețare) la întreprinderea minieră IMVD.

Problema calității și omogenității minereului fiind elucidată s-a trecut la o serie de încercări de modificări tehnologice pentru diminuarea fenomenului de autodescărcare.

În ceea ce privește încercările de modificare a compoziției electroliților, acestea au fost inspirate de unele date din literatură [1] și [7].

În cazul minereului studiat însă, rezultatele obținute cu o grupă de electroliți modificați pe bază de clorură de calciu, clorură de magneziu și clorură de mangan nu au fost încurajatoare și nu au fost continuate.

În ceea ce privește studiul influenței raportului C/MnO_2, asupra cifrei de activitate a depolarizantului și asupra diminuării fenomenului de autodescărcare, această cale de la început a dat unele rezultate promițătoare și ulterior a asigurat soluția problemei. S-a pornit pe această cale făcîndu-se următoarele raționamente:

Cifra de activitate a minereului fiind neobișnuit de mare, era de așteptat ca rețetele de depolarizant curente, în care pentru acest tip de baterii raportul C/MnO_2 variază între 0,19 și 0,28 [1], să nu mai corespundă. S-a emis ipoteza că dacă se utilizează un grafit de granulație mai fină (grafit pudră, în loc de grafit fulgi) [21] și dacă se mărește procentul de carbon (grafit + negru de fum) în depolarizant, facilitîndu-se mascarea particulelor de MnO_2 într-un înveliș inactiv de carbon, vor apărea următoarele efecte:

a) se va micșora rezistența interioară a elementelor, și aceasta va face să crească întrucîtva capacitatea lor de curent, și

b) se va atenua activitatea de depolarizare a particulelor de MnO_2. Micșorarea activității de depolarizare se știe că are un dublu efect. Un efect pozitiv în sensul diminuării fenomenului de autodescărcare și un efect negativ prin micșorarea capacității de curent inițiale. Se înțelege de aici că era util un studiu pe baza căruia să se stabilească limita pînă la care poate fi crescută valoarea raportului C/MnO_2 în depolarizant. S-a contat în acest studiu pe alegerea finală a unei rețete noi de depolarizant, care să echilibreze favorabil cele două efecte.

S-au executat o serie de încercări care au urmărit scăderea cifrei de activitate a depolarizanților prin creșterea raportului C/MnO_2, păstrîndu-se constanți toți ceilalți parametri tehnologici. De pildă, în figura 3 se prezintă variația cifrei de activitate a depolarizanților funcție de valoarea raportului C/MnO_2 pentru două minereuri cu activitatea: *1* — 76,5 cm^3N_2 și *2* — 69 cm^3N_2.

Pentru aceleași minereuri în curbele din figura 4 se arată corespondența între variația valorii raportului C/MnO_2 și variația caracteristicilor inițiale ale bateriilor tip BUB 4,5 V. (Durata de descărcare s-a determinat conform STAS 809-55, tabela 2.)

Influența pozitivă pe care o are creșterea raportului C/MnO_2 în depolarizant, asupra diminuării fenomenului de autodescărcare, se poate urmări ca exemplu pentru materialul *1* cu cifra

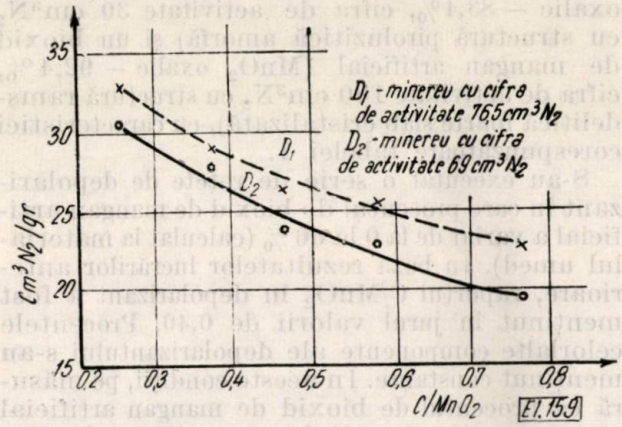


Fig. 3. Variația cifrei de activitate a depolarizantului în funcție de raportul C/MnO_2 (D_1 : minereu cu cifra de activitate 76,5 cm^3 N_2 și D_2 : minereu cu cifra de activitate 69 cm^3 N_2

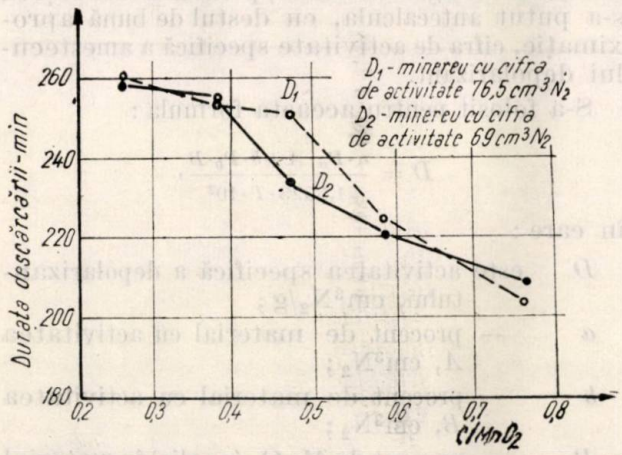


Fig. 4. Variația caracteristicilor electrice inițiale ale bateriilor în funcție de raportul C/MnO_2 (aceeași notație ca în figura 3).

de activitate 76,5 cm^3 N_2, în diagramele din figura 5. Se prezintă valorile capacităților de curent determinate în perioada de depozitare de 90 de zile după prescripțiile STAS 809-55.

Se regăsesc în această figură și rezultate similare cu cele din figura 1 (diagramele D 1 și D 2) în care au fost date diagrame de autodescărcare ale unor produse la executarea cărora raportul C/MnO_2 a fost de 0,25. Se demonstrează astfel prin celelalte diagrame (D 3, D 4, D 5) efectul pozitiv al creșterii raportului C/MnO_2 asupra îmbunătățirii duratei de depozitare. La valori ale raportului C/MnO_2 între 0,47 și 0,76 caracteristicile produselor depășesc prescripțiile standardului. Rețeta de depolarizant bazată pe raportul C/MnO_2 — 0,47 a prezentat rezultatele cele mai bune.

Comportare similară la aceleași produse se constată la depozitarea de 180 de zile și în condițiile de încercare ale GOST 2583—1960 (tabela 3).

Rezultatele sînt arătate în figura 6.

Încercînd aceleași produse în condițiile normei CEI nr. 86—1957 (tabela 3) în perioada de 180 de zile de depozitare s-au constatat rezultatele indicate în figura 7. Se vede că pentru raportul C/MnO_2 — 0,47 toate produsele corespund normei.

Norma cehoslovacă CSN nr. 364 172 72 (tabela 3) pentru încercarea bateriilor, spre deosebire de celelalte norme, admite cea mai joasă tensiune finală de descărcare 1,8 V.

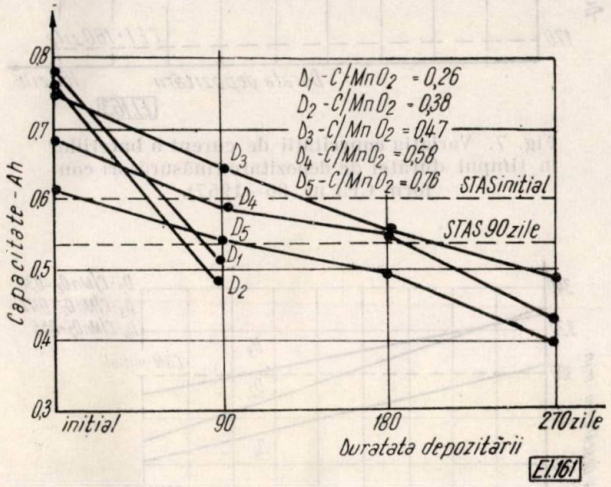


Fig. 5. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare (măsurători conform STAS 809—55).

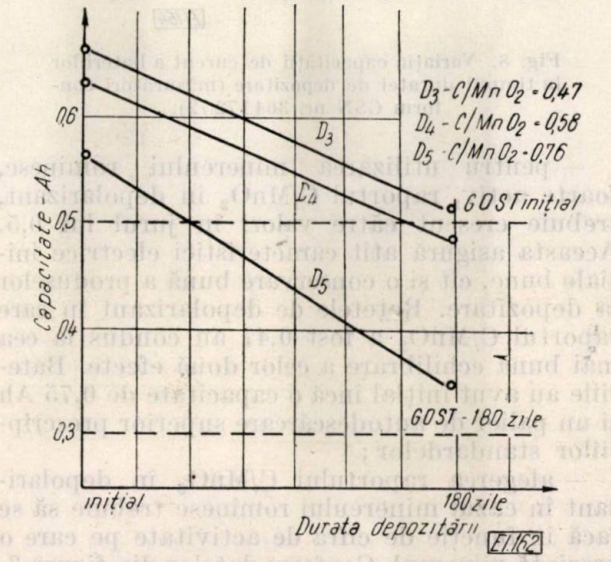


Fig. 6. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare (măsurători conform GOST 2583—60).

Constatările făcute asupra produselor încercate după această normă sînt prezentate în figura 8. Se vede că în acest caz au corespuns

produsele la care raportul C/MnO_2 a fost cuprins între 0,38 și 0,58.

Din analiza comparativă a rezultatelor prezentate în figurile 5 pînă la 8 reies următoarele concluzii :

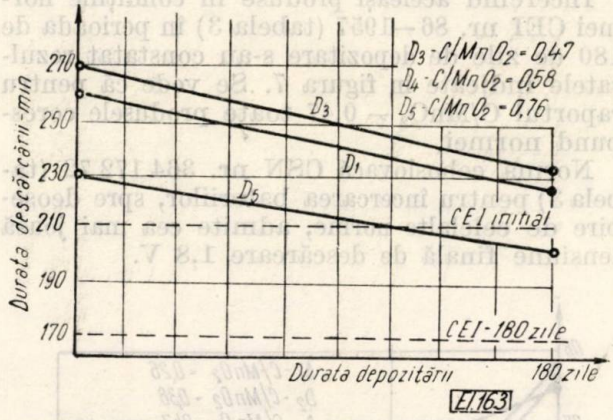


Fig. 7. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare (măsurători conform CEI nr. 86—1957).

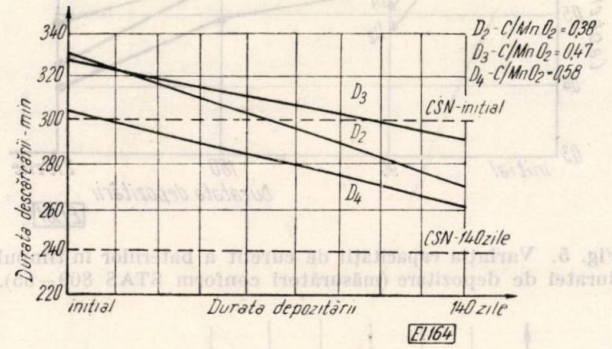


Fig. 8. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare (măsurători conform CSN nr. 364172 72).

— pentru utilizarea minereului romînesc, foarte activ, raportul C/MnO_2 în depolarizant, trebuie crescut către valori în jurul lui 0,5. Aceasta asigură atît caracteristici electrice inițiale bune, cît și o conservare bună a produselor la depozitare. Rețetele de depolarizant în care raportul C/MnO_2 a fost 0,47 au condus la cea mai bună echilibrare a celor două efecte. Bateriile au avut inițial încă o capacitate de 0,75 Ah și un palier de autodescărcare superior prescripțiilor standardelor ;

— alegerea raportului C/MnO_2 în depolarizant în cazul minereului romînesc trebuie să se facă în funcție de cifra de activitate pe care o prezintă minereul. Conform datelor din figura 3, cifra de activitate a depolarizantului trebuie să se încadreze în jurul valorii de 24 $cm^3 N_2/g$.

Aplicînd concluzia că cifra de activitate mare a bioxidului de mangan nu constituie un impediment pentru folosirea lui în fabricație și că esențială este valoarea raportului C/MnO_2 și a cifrei de activitate a depolarizantului, s-a propus a se studia influența creșterii excesive a procentului de MnO_2 artificial asupra caracteristicilor electrice ale bateriilor. În experimentare s-a folosit un minereu natural (MnO_2 oxalic — 83,4 %, cifra de activitate 30 cm^3N_2 cu structură piroluzitică amorfă) și un bioxid de mangan artificial (MnO_2 oxalic — 92,4 %, cifra de activitate 100 cm^3N_2 cu structură ramsdelitică foarte slab cristalizată), cu caracteristici corespunzătoare tabelei 1.

S-au executat o serie de rețete de depolarizant în care procentul de bioxid de mangan artificial a variat de la 0 la 66 % (calculat la materialul umed). În baza rezultatelor lucrărilor anterioare, raportul C/MnO_2 în depolarizant a fost menținut în jurul valorii de 0,40. Procentele celorlalte componente ale depolarizantului s-au menținut constante. În aceste condiții, pe măsură ce procentul de bioxid de mangan artificial a crescut, cifra de activitate specifică a depolarizantului a variat între 14,8 și 47 cm^3N_2/g. Este interesant de reținut faptul că, ținînd seamă de variația procentelor de minereu natural și bioxid de mangan artificial, pentru fiecare rețetă s-a putut antecalcula, cu destul de bună aproximație, cifra de activitate specifică a amestecului depolarizant.

S-a folosit pentru aceasta formula :

$$D = \frac{a \cdot P_a \cdot A + b \cdot P_b \cdot B}{1{,}5523 \cdot T \cdot 10^2},$$

în care :

D este activitatea specifică a depolarizantului, cm^3N_2/g ;

a — procent de material cu activitatea A, cm^3N_2 ;

b — procent de material cu activitatea B, cm^3N_2 ;

P_a — procent de MnO_2 (oxalic) în material cu activitatea A, $cm^3 N_2$;

P_b — procent de MnO_2 (oxalic) în material cu activitatea B, cm^3N_2 ;

T — suma procentelor sorturilor de MnO_2 + grafit + negru de fum în depolarizant ;

1,5523 — coeficientul provenit din calculul stoechiometric al reacției dintre MnO_2 și hidrazină, folosită la determinarea activității.

În figura 9 sînt prezentate curbele de variație a cifrelor de activitate calculate și măsurate funcție de creșterea procentului de bioxid de mangan artificial.

Creșterea cifrei de activitate datorită creșterii procentului de bioxid de mangan artificial în depolarizant, s-a reflectat într-o creștere a capacității inițiale a bateriilor. În cazul măsurătorilor făcute conform STAS 809-55 acest lucru este ilustrat în figura 10.

Rezultate asemănătoare în creşterea capacităţii iniţiale a bateriilor s-au constatat şi în măsurătorile efectuate după condiţiile

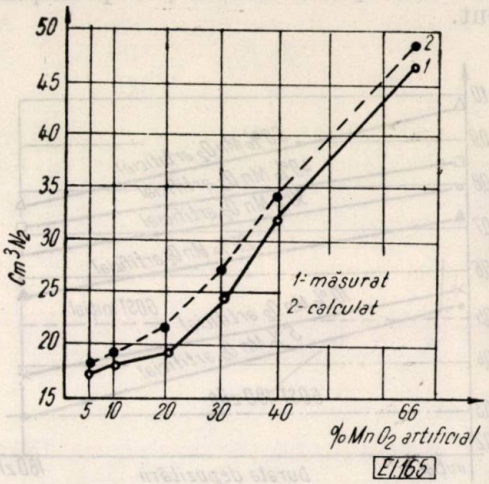


Fig. 9. Variaţia cifrelor de activitate (măsurate şi calculate) în funcţie de creşterea procentului de MnO_2 artificial.

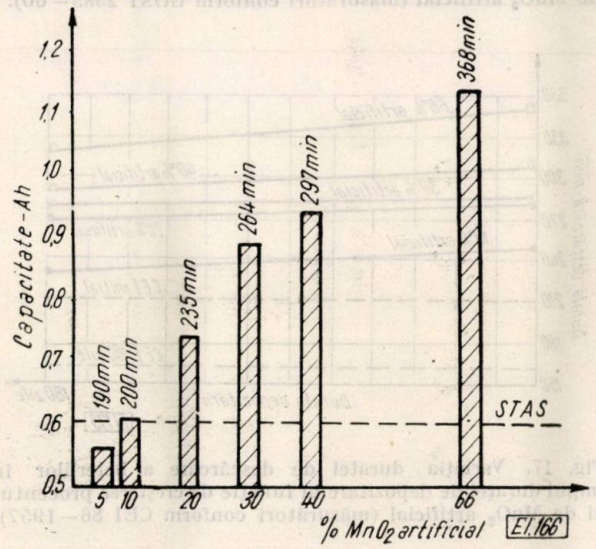


Fig. 10. Variaţia capacităţii iniţiale de curent a bateriilor, măsurate conform STAS 809—55, în funcţie de creşterea procentului de MnO_2 artificial.

GOST 2583 — 60 (fig. 11); CEI nr. 86 — 1957 (fig. 12) şi CSN nr. 364 172 72 (fig.13).

S-a constatat în general, că prin creşterea procentului de MnO_2 artificial în depolarizant de la 5% la 66% se asigură produselor o creştere a caracteristicilor iniţiale de la simplu la aproximativ dublu.

Problema care s-a pus însă în mod special, în aceste experimentări, a fost de a verifica dacă reţetele de depolarizant alese, avînd raportul $C/MnO_2 = 0{,}4$, puteau să asigure o autodescărcare normală a bateriilor. Rezultatele pozitive obţinute şi în acest sens sînt ilustrate în figurile 14 şi 15, în care se arată comportarea la autodescărcare a bateriilor măsurate în condiţiile prescrise de STAS 809-55.

În figura 16 sînt indicate rezultatele pozitive obţinute la bateriile măsurate conform GOST 2583-60 în perioada de 180 de zile depozitare.

Rezultatele obţinute la măsurătorile executate după prescripţiile CEI 86—57 după 180 de zile depozitare se dau în figura 17.

Autodescărcarea în timp de 140 de zile, determinată conform normei CSN nr. 364 172 72, este ilustrată în figura 18.

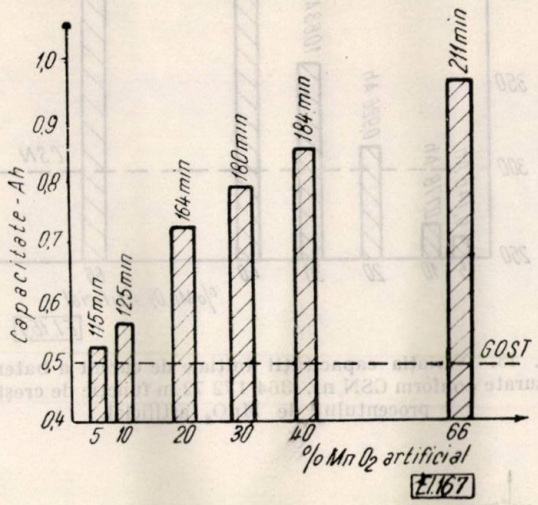


Fig. 11. Variaţia capacităţii iniţiale de curent a bateriilor măsurate conform GOST 2583—60, în funcţie de creşterea procentului de MnO_2 artificial.

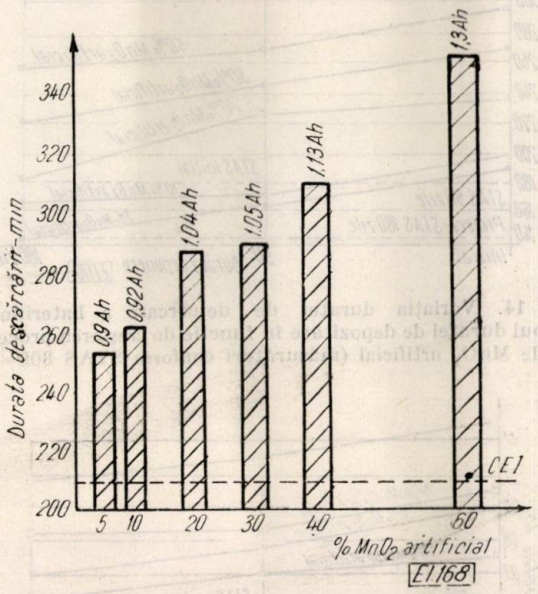


Fig. 12. Variaţia capacităţii iniţiale de curent a bateriilor măsurate conform CEI 86—57 în funcţie de creşterea procentului de MnO_2 artificial.

Din analiza rezultatelor indicate în figurile 9—18 reies următoarele concluzii:

— Reţeta de depolarizant în care raportul C/MnO_2 este aproximativ 0,40 este aplicabilă

și în cazul utilizării unui bioxid de mangan cu cifra de activitate practic-maximă în jur de 100 cm^3N_2.

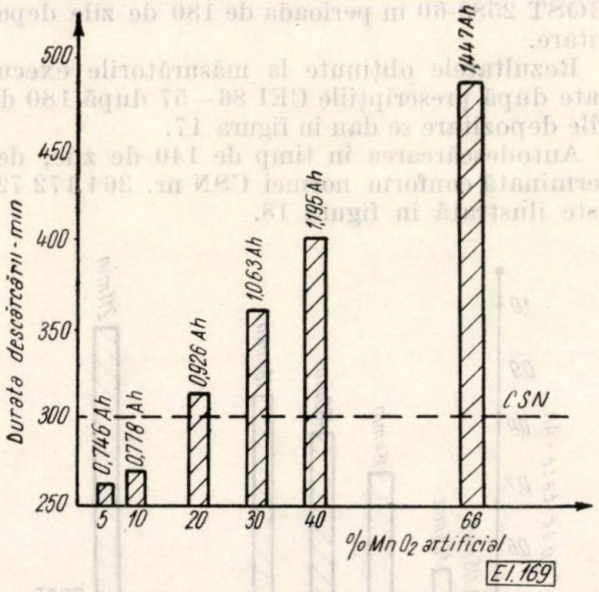


Fig. 13. Variația capacității inițiale de curent a bateriilor măsurate conform CSN nr. 364 172 72 în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial.

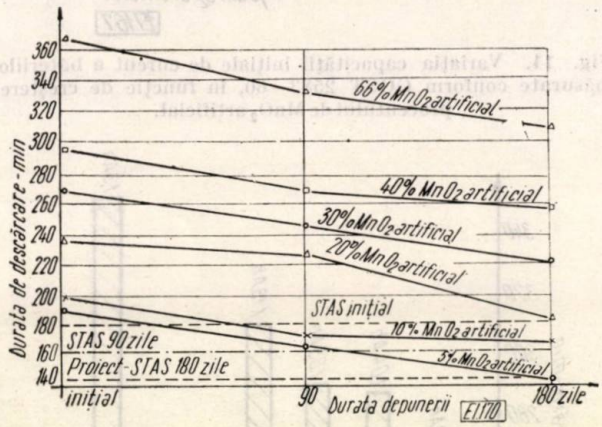


Fig. 14. Variația duratei de descărcare a bateriilor în timpul duratei de depozitare în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial (măsurători conform STAS 809—55).

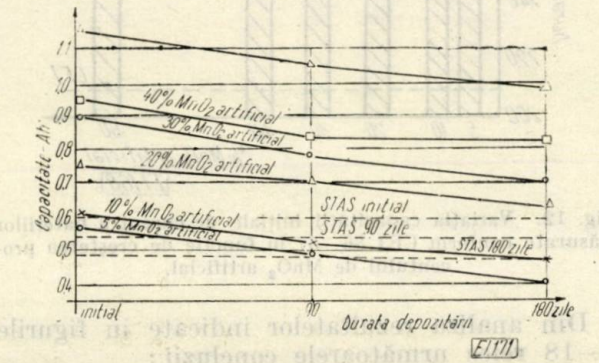


Fig. 15. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare, în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial (măsurători conform STAS 809—55).

— Aplicînd această rețetă bioxidului de mangan artificial el poate fi utilizat în depolarizant, nu numai ca adaos, așa cum este indicat în literatura de specialitate, ci și ca principal component.

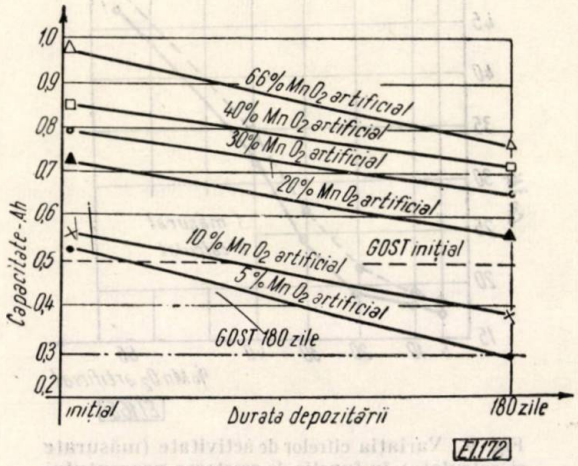


Fig. 16. Variația capacității de curent a bateriilor în timpul duratei de depozitare, în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial (măsurători conform GOST 2583—60).

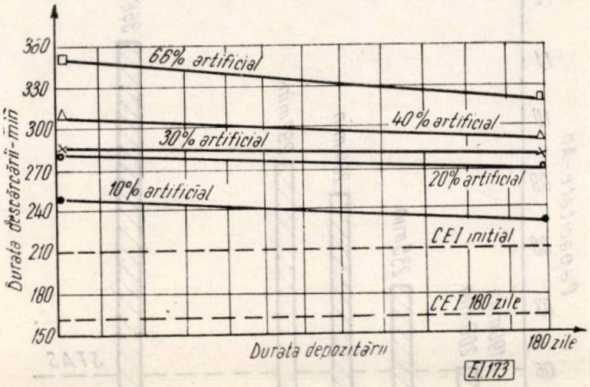


Fig. 17. Variația duratei de descărcare a bateriilor în timpul duratei de depozitare în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial (măsurători conform CEI 86—1957).

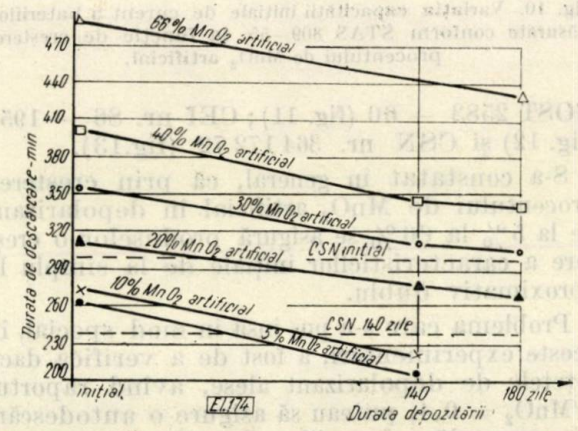


Fig. 18. Variația duratei de descărcare a bateriilor în timpul duratei de depozitare în funcție de creșterea procentului de MnO_2 artificial (măsurători conform CSN nr. 364 172 72).

— Utilizînd bioxidul de mangan artificial în procent de 66% în rețeta depolarizantului și excluzînd bioxidul de mangan natural din rețetă, s-au realizat baterii de tip BUB 4,5 V cu capacitate inițială de aproximativ 1,1 Ah (durata de descărcare 360 min). Aceasta reprezintă o creștere a caracteristicilor electrice specifice ale acestor produse cu aproximativ 175% față de caracteristicile prescrise de standarde, și are ca efect creșterea cu 165—175% a coeficienților de utilizare a zincului și a bioxidului de mangan.

— O constatare importantă s-a făcut prin faptul că autodescărcarea bateriilor executate cu această rețetă se încadrează în procentul obișnuit de circa 7—8% în 90 de zile de depozitare și 15—18% în 180 de zile de depozitare.

3. *Concluzii generale*

Această lucrare permite să se facă cîteva afirmații importante în domeniul fabricației de baterii galvanice Zn-MnO_2:

— Criteriile cele mai importante în definirea unui tip de bioxid de mangan sînt: cifra de activitate, structura în radiații Roentgen și solubilitatea impurităților în electrolit.

— Limitele de variație a raportului C/MnO_2 în rețetele de depolarizant trebuie să fie calculate în funcție de structura și de cifra de activitate a materialelor care se utilizează în fabricație. Cifra de activitate specifică a unui depolarizant se poate antecalcula cu precizie suficientă, și valoarea ei dă indicații importante asupra caracteristicilor electrice ale produselor.

— Minereul romînesc, cu caracteristici foarte diferite de cele indicate în literatura de specialitate, în condițiile studiate, asigură produselor performanțe superioare normelor.

Pentru utilizarea bioxidului de mangan artificial în fabricația de baterii ca principal component al depolarizanților trebuie să se folosească rețete în care raportul C/MnO_2 are valori în jur de 0,4. Produsele au în acest caz performanțe mult superioare normelor internaționale în vigoare.

Bibliografie

[1] *Soceanov, V. G.* Elemente galvanice. București. Ed. Energetică de stat, 1953, p. 151—154.

[2] *Drotschman, C.* Moderne primärbatterien. Berlin — Schonenberg, Nikolaus Branz., 1952, p. 26—54.

[3] *Vinal, W. G.* Primary Batteries. New York, J. Wiley, 1951, p. 58—71.

[4] *Pesti Laslo.* Galvaelemek. Müszaki Könykiado, Budapest, 1955.

[5] *** Spezial Rohstoffe für Batterie — Industrie. Kleiner Fuhrer durch die batterie — fabrikation. Berlin, Nikolaus, Branz.

[6] *Huber Richard.* Die Trokenbatterie Praxis und Theorie. München, R. Oldenbourg, 1958.

[7] *Gantaan, S.* Unificația reteptur elektrolitov i past Mehanizația i avtomatizația proisvodtva himicekih istornikov toka — Țentralinoe Biuro Tehniceskoĭ Informații H.I.I. Moscova, Electropromișlennosti, 1958.

[8] *Euler, J.* Despre mecanismul elementelor Leclanche Zeitsch für Electrochemie, vol. **60**, nr. 9/10, 1956, p. 1056.

[9] *Drotschman, C.* Über die Reduktion von Braunstein mit ammoniakalischer Hydrazinsulfatlösung — Batteries, vol. **13**, nr. 8, noiembrie 1961.

[10] *Kornfeil, F.* A Metod for Evaluating Battery Grade manganise Bioxide, J. Electrochem. Soc. vol. **106**, nr. 12, 1959.

[11] *Vasburg, W. C., Allenson, D. R.* and *Hilis Stadley.* A Seif Discharge Reaction of Celle with Manganese bioxide and metal Electrodes. J. Electrochem. Soc. **103**, nr. 2, 1956, p. 91—93.

[12] *Brene M. J., Grund, A.* și *Moussard, A. M.* Comportament des bioxydes de manganeces dans la depolarization. R.G.E., oct. 1955.

[13] *Vosburg, W. C.* The Manganes Bioxide Electrode. J. Electrochem Soc. **106**, nr. 9, sept 1959, p. 839—845.

[14] *Gattov, G.* Charakterisierung der einzelnen Braunsteinarten Batterien, vol. 15, nr. 3, august 1961.

[15] *Drotschman, C.* Über das chemische und electrochemische Verhalten der niederen Manganoxyde. Batteries, vol. **14**, nr. 11, februarie 1961.

[16] T.G.L. nr. 4463/1958. Determinarea activității bioxidului de mangan pentru baterii galvanice, februarie 1958.

[17] *Brenet, M. J.*, Moussard, *A. M.* și *Grund, A.* Studiul evoluției cîtorva caracteristici fizico-chimice ale compușilor oxigenați ai manganului în legătură cu proprietățile lor catalitice și depolarizante. R.G.E., t **64**, nr. 10, 1955, p. 513.

[18] *Miheev, V. I.* Roentghenometriceski opredelitel mineralov. Moscova, 1957.

[19] *Pozin, M. E.* Tehnologia sărurilor minerale. București, Ed. Tehnică 1953, p. 530.

[20] *Creangă, O.* O metodă de purificare a piroluzitei naturale. În: Revista de Chimie, 1957, p. 31—32.

[21] T.G.L. nr. 4466—1958. Grafit pentru elemente galvanice.

[22] *Pariselle, H.* Curs de chimia metalelor. Paris, Dunod, 1957, p. 212.

Notă

Mulțumim călduros tovarășilor care au dat un prețios concurs în diferite etape de rezolvare a problemei:

tov. dr. *Grigorovici R.* și fizician *Mănăilă R.* pentru analizarea și interpretarea roentgeno-structurală a materialelor;

Conducerii fabricii Electro-Banat, tov. ing. *Baștiurea Gh.*, ing. *Pervescu Mariana* și ing. *Tătucu Stela* și tov. tehn. *Sociu M.*, *Balog A.*, și *Butum C.*, pentru ajutorul dat în introducerea în faza industrială a soluțiilor.

Intrat în redacție la 25.6.1962

RECENZII

CZ 538.3 : 621.3.011 (021)

I. A. Stratton. **Electromagnetic Theory** : Ed. Mc. Graw-Hill Book Co. Inc., New-York 1960, 700 pag. cu figuri.

O valoroasă monografie îmbogăţeşte tezaurul bibliografic în domeniul teoriei electromagnetismului. Dacă lucrarea editată, în urmă cu 70 de ani, de Maxwel în al său „Tratat de electricitate şi magnetism", a avut o influenţă hotărîtoare asupra desfăşurării ulterioare a activităţii cercetărilor în domeniul electromagnetismului. I. A. Stratton contribuie, prin lucrarea sa, la sintetizarea ultimelor cunoştinţe şi realizări în acest domeniu, dezvoltînd posibilităţile acestei ramuri ale ştiinţei concrete la nivelul cerinţelor actuale.

Lucrarea prezintă, într-o formă accesibilă, teoria cîmpurilor electromagnetice variabile şi a propagării undelor. Lucrările lui Hertz, Poincaré, Lorentz, Abraham, Sommerfeld, completate cu cele anterioare ale lui Rieman, Weber, Kic, Kirchhoff, Helmoltz etc., au fost sintetizate şi prezentate într-o formă coerentă, constituind în lucrarea de faţă un tot unitar, în lumina celor mai recente descoperiri ştiinţifice. Specialistul care parcurge lucrarea recunoaşte cu satisfacţie că dezvoltarea acesteia are drept model tratatul lui Maxwell.

De-a lungul celor nouă capitole sînt dezvoltate în mod original teoriile de bază ce fac obiectul vastei ştiinţe a electromagnetismului.

In primul capitol se dezvoltă teoriile generale asupra cîmpului şi asupra potenţialului electromagnetic; se prezintă critic teoria unităţii cîmpului şi se precizează noţiunile asupra sistemului de coordonate curbilinii şi asupra elementelor de analiză tensorială. Capitolul se încheie cu ecuaţiile cîmpului stabilite în „continuul spaţiu-timp".

In capitolul II se tratează proprietăţile fundamentale ale cîmpului fără a se referi la un sistem de coordonate particular. Făcînd o analiză dimensională ecuaţiilor lui Maxwell autorul deduce definiţiile fundamentale ale vectorilor $\boldsymbol{E}$ şi $\boldsymbol{B}$, iar studiul relaţiilor energetice îi permite să formuleze expresiile forţelor mecanice ce se exercită asupra elementului cercetat. Se stabileşte în acest mod o relaţie directă între forţele „observabile" şi vectorii utilizaţi pentru descrierea structurii cîmpului.

In capitolul III şi IV se expun teroriile cîmpurilor staţionare, ca un caz particular al ecuaţiilor unui cîmp dinamic.

Studiul propagării undelor este realizat în *capitolul V*, care tratează undele plane omogene. Se studiază în detaliu metodele de analiză armonică şi problema dispersiunii căreia i se acordă, datorită ultimelor realizări tehnice, importanţa cuvenită.

Capitolele VI şi VII tratează propagarea undelor cilîndrice şi sferice în spaţiul liber. Se studiază într-o interpretare originală funcţiile lui Bessel şi armonicile sferice.

Relaţia dintre cîmp şi sursa electromagnetică, teoria generală a razelor şi datele relative la difracţie, legile Kirchhoff-Huygens sînt prezentate în *capitolul VIII*.

În sfîrşit, *în capitolul IX* se studiază efectul suprafeţelor plane, cilindrice şi sferice asupra propagării cîmpurilor magnetice. Acest capitol ilustrează aplicarea teoriilor generale stabilite anterior la problemele de ordin practic. Aici se tratează legile cele mai importante de optică fizică, teoria fundamentală ce guvernează propagarea undelor în lungul conductoarelor cilindrice, şi se prezintă o interpretare originală a oscilaţiilor în cavităţi şi o vedere de ansamblu a teoriei propagării undelor pe suprafaţa terestră.

Fiecare capitol, exceptînd primele două, este urmat de o serie de probleme, care au fost alese conform specificului teoriei expuse, aprofundînd prin ele înseşi unele subiecte tratate succint în text. Cu toate că scopul principal al lucrării este expunerea completă a teoriei electromagnetismului, iar exemplele numerice au numai rolul de a ilustra principiul tratat teoretic, este regretabil că numărul acestor probleme (lecţii practice) este totuşi relativ restrîns.

Un merit deosebit îl are I. A. Stratton prin dezvoltarea originală a gradaţiei macroscopice în fenomenele de electromagnetism. Parcurgînd capitolul respectiv sîntem tentaţi în antrenarea unor discuţii de domeniul „quasi microscopic" — cum a fost denumit de Frenkel cînd a dezvoltat clasica teorie electronică a materiei.

Profesorul Stratton demonstrează că, deşi nenumărate legi de electrodinamică clasică se aplică direct în domeniul submicroscopic, este periculos de a se generaliza acest punct de vedere.

Autorul a utilizat în expunerea teoriei şi în problemele ajutătoare sistemul unităţilor de măsură MKS, pentru uşurinţa însuşirii lecturii şi pentru a evita confuziile în aplicările practice, ceea ce ridică valoarea lucrării şi meritele autorului.

Bibliografia de specialitate consultată de autor este vastă, iar autorii citaţi sînt cele mai proeminente personalităţi ştiinţifice în acest domeniu.

Lucrarea se încheie cu patru anexe în care sînt prevăzute valorile numerice ale constantelor fundamentale, dimensiunile mărimilor electromagnetice, conversiunea unităţilor de măsură, formulele de analiză vectorială uzitate, şi proprietăţile fizice ale diverselor metale studiate.

Lucrarea se adresează specialiştilor consacraţi, iar prin forma didactică a expunerii este accesibilă şi studenţilor de specialitate.

Se remarcă faptul că condiţiile grafice în care a apărut lucrarea contribuie mult la plăcerea de a o studia.

Traducerea în limba romînă a acestei veritabile monografii o apreciem o necesitate imperioasă.

G. Iorgu

CZ 621.371 (47) (023)

F. B. Cernîi. **Propagarea undelor de radio.** Moscova. Editura Sovetkoe radio, 1962, 480 pag., 153 fig., 57 ref. bibl.

Cartea de faţă îşi propune să prezinte cititorilor o serie de probleme legate de propagarea undelor de radio, în special în domeniul undelor ultrascurte. Cartea se adresează studenţilor facultăţilor de radiotehnică.

Întreaga lucrare este împărţită în nouă capitole, la care se adaugă o introducere.

În primul capitol se dau o serie de indicaţii generale asupra propagării undelor electromagnetice, în medii omogene. De asemenea se prezintă principiul Huygens-Fresnel şi se arată domeniile în care intervin diferitele probleme teoretice privind propagarea undelor de radio. În acest prim capitol se prezintă şi metoda fazei staţionare şi se dau unele indicaţii asupra difracţiei undelor scalare.

Cel de-al doilea capitol abordează reflectarea undelor de radio de către solul plan. Se dau formule pentru coeficienţii de reflexie şi refracţie şi se discută şi cazul unei polarizaţii arbitrare. De asemenea, se abordează problema reflectării unor unde mai complexe.

Capitolul al treilea studiază cîmpul de radiaţie produs deasupra pămîntului. Se stabilesc formule care dau intensitatea cîmpului, ţinîndu-se seamă atît de unda directă cît şi de unda reflectată. Se prezintă unele date experimentale şi se compară cu rezultatele teoretice. Se discută influenţa suprafeţei reflectante asupra cîmpului produs de dipoli verticali şi orizontali.

În acelaşi capitol se discută influenţa pe care o prezintă sfericitatea pămîntului.

Capitolul IV este dedicat zonelor de vizibilitate ale staţiilor de radiolocaţie. Se arată cum se pot construi diagramele de vizibilitate şi se discută influenţa reliefului asupra distanţei la care pot să acţioneze staţiile de radiolocaţie.

Capitolul următor, al cincilea, este dedicat problemei propagării undelor de radio deasupra suprafeţei pămîntului. Se începe printr-o tratare aproximativă, utilizîndu-se totuşi condiţiile la suprafaţa de separaţie a două medii. Se introduc factorii de atenuare corespunzînd propagării deasupra solului plan.

Se studiază de asemenea cîmpul produs de un dipol orizontal. Se analizează rezultatele teoretice, comparîndu-le cu cele experimentale.

În același capitol se abordează și problema refracției undelor de radio, atunci cînd, propagîndu-se prin aer, trec deasupra a două medii cu constante diferite (refracția de țărm).

Se abordează și problema propagării undelor electromagnetice deasupra pămîntului sferic și se dezvoltă teoria difracției undelor electromagnetice de către o sferă.

Evident, aceste probleme conduc la utilizarea unui instrument matematic mai complicat.

Capitolul VI studiază propagarea undelor de radio în troposferă. Pentru aceasta, la început se introduc parametrii electrici echivalenți ai troposferei. Problema este tratată la început prin metodele opticii geometrice, stabilindu-se raza de curbură a traiectoriei razelor în troposferă. De aici se deduce raza echivalentă a pămîntului.

Se abordează și problema suprapropagării, dîndu-se teoria ghidului de undă echivalent atmosferic.

Tot în același capitol se prezintă problema împrăștierii undelor de radio datorită turbulenței atmosferice. Se dau formule care permit să se calculeze cîmpul la recepție, în funcție de datele geometrice și de puterea emisă.

Capitolul VII studiază propagarea undelor de radio în ionosferă. Se arată cum pot fi rezolvate ecuațiile cîmpului electromagnetic pentru medii corespunzătoare ionosferei. Se introduce noțiunea de frecvență critică și se studiază și influența cîmpului magnetic terestru. Se studiază de asemenea și dispersia undelor de radio în ionosferă.

Capitolul VIII prezintă unele date experimentale asupra propagării undelor de radio în ionosferă. Se discută asupra structurii ionosferei și asupra particularității propagării undelor de radio din diferite game. Se dau unele indicații asupra calculării intensității cîmpului din diferite game.

Capitolul IX și ultimul discută problema măsurării coordonatelor prin metode radiotehnice, subliniind o serie de erori sistematice care pot apărea.

Lucrarea este foarte valoroasă din punct de vedere științific, prezentînd în mod logic toate problemele fundamentale ale propagării undelor de radio. Fără a se face un exces inutil de calcule matematice, limitîndu-se la strictul necesar, lucrarea reușește să arate cum, prin aplicarea consecventă a metodelor fizico-matematice, se pot explica toate fenomenele principale care intervin astăzi în practica propagării undelor de radio.

Lucrarea este interesantă atît pentru aceia care studiază în mod organizat problema propagării undelor de radio, cît și pentru toți cei care lucrează în domeniul propagării undelor electromagnetice.

E. Nicolau

REFERATE

621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.018.6-503

Rauch W. și Ueberschuss A. **Sisteme vibratoare mecanice ca elemente simple de construcție pentru transmiterea semnalelor.** În: ETZ–B **13** nr. 15, 1961, p. 415 – 416.

În cadrul dezvoltării sale crescînde, automatizarea a pus problema ca, din valori măsurate și din comenzi, să se producă semnale. Dacă aceste semnalizări se produc prin oscilații sinusoidale, instalațiile de transmitere devin foarte simple, putîndu-se transmite concomitent mai multe semnale, care în punctele de recepție așteaptă atît timp pînă sînt valorificate. Se obține astfel o mare siguranță de transmisie, fără a mai fi necesare corecturi sau repetări de semnale. Deoarece timpul de introducere a vibrației la piesele de recepție poate fi relativ lung, se pot utiliza vibratoare mecanice ca mijloace selective, făcîndu-se astfel posibilă transmiterea a foarte multe semnale pe o bandă de frecvență relativ îngustă. Releele de rezonanță sînt superioare conexiunilor electrice cu filtrare, datorită însușirilor superioare ale vibratoarelor mecanice la deconectarea semnalelor sub 1 000 Hz. Sînt descrise cele patru elemente fundamentale ale unor astfel de instalații, inclusiv schemele de conexiune și modul de funcționare.

Generatorul necesită un amplificator care lucrează cu sistemul de oscilație (cu rezonatorul) în schemă de reacție. Pe partea de recepție, semnalele excită releele de rezonanță. Urmează indicarea funcționării acestor relee etc. Timpul de introducere a oscilațiilor la generatorul format din amplificatorul oscilației și din rezonator este de 5–10 s. Variațiile tensiunii de alimentare, de ±20%, nu schimbă frecvența generatorului cu mai mult de 0,1 Hz. După descrierea releului de rezonanță se arată o schemă care transformă transmiterea intermitentă de contacte într-una permanentă. În încheiere se dau directive privind utilizarea diferitelor elemente constructive.

G. C.

CZ 621.3.064.1 : 621.316.542.064.45

Tussila T. și Rieter N. **Aplicarea încercărilor pe elemente separate și întrebuințarea liniilor artificiale pentru încercările de defect kilometric asupra întreruptoarelor de putere** (L'application des essais par éléments séparés et l'emploi des lignes artificielles pour essais de défaut kilométrique sur disjoncteurs de puissance). În: Bull. ASE **53**, nr. 9, 1962, p. 451–458, 9 ref. bibl.

Fenomenele care caracterizează ruperea unui defect kilometric nu depind numai de parametrii rețelei, ci și de parametrii întreruptorului. Diferența între defectul kilometric și defectul la barele stației nu rezidă numai în viteza de creștere a tensiunii de restabilire, ci și în alura diferită a curenților care depind de dispoziția capacităților în circuit, în imediata apropiere a lui zero. Din această cauză, atît condițiile zonei de rupere în momentul trecerii curentului prin zero, cît și alura unui curent rezidual sînt, în ambele cazuri, foarte diferite. În aceste condiții, defectul kilometric nu poate fi în niciun caz imitat cu ajutorul încercărilor ce dau o pantă mărită, sau cu o tensiune cu două frecvențe date de circuite oscilante cu parametri concentrați, propunîndu-se efectuarea unor încercări speciale de defect kilometric, în afara încercărilor clasice.

Soluția este dată de realizarea unor linii artificiale, realizate din numai zece celule în π sau T, cu condensatoare și inductanțe de valori determinate. Rezultatele sînt pe larg discutate, indicîndu-se totodată modul de calculare al frecvențelor proprii ale liniilor cu condensatoare și determinarea abaterilor față de liniile ideale.

Încercarea separată a elementelor de întreruptor oferă importante avantaje, întrucît această metodă supune un element la aceleași condiții de încercare cu cele în care se va găsi în exploatare și, prin aceasta, posibilitatea de a determina puterea întreruptorului complet. (Întreruptoarele de înaltă tensiune nu pot fi încercate la puterea lor plină, atît din lipsa de stații de încercări corespunzătoare la putere, cît și din cauza prețului lor ridicat).

Fl. T.

621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.616.97 : 621.313.333.045.53.002.2

Fedotov I. I. **Impregnarea și uscarea bobinajelor motoarelor asincrone** (Propitka i suska obmotor asinhronih drugatelei). În: Vestnik Elektroprom., **33**, nr. 10, 1962, p. 71, 1 fig.

Pentru impregnarea motoarelor asincrone cu compounduri poliesterice s-a pus problema realizării unei instalații automate care să folosească metoda încălzirii prin inducție cu curenți de frecvență industrială (50 Hz).

Impregnarea nu se face prin cufundare, ci prin metoda „pi curării", care prezintă avantajul de a impregna numai bobinajele, nemaifiind deci necesară curățarea ulterioară a părților metalice de compound. Acesta din urmă pătrunde în partea de crestătură prin părțile frontale ale bobinajelor. În timpul impregnării, stratul respectiv se rotește în dreptul dispozitivului de picurare. Scurgerea surplusului de compound durează circa 1,6—2 min.

Productivitatea instalației pentru motoare de gabaritele 1—2 este de circa 50—60 statoare pe oră.

Se menționează că efectul economic al folosirii instalației automate de impregnare și uscare pentru statoarele electromotoarelor de gabaritele 1—9 este de circa 0,4 milioane ruble noi pe an.

A.B.

CZ 621.315.615.9 : 621.319.4

Pereselențev I. F. **Folosirea dielectricilor lichizi sintetici pentru impregnarea condensatoarelor de forță lucrînd la temperaturi joase.** În : Vestnik Elektroprom. **33**, nr. 6, 1962, p. 35—38, 7 fig., 7 ref. bibl.

Se știe că dielectricii lichizi sintetici au o serie de avantaje față de uleiurile minerale, și anume : constanta dielectrică mai mare, stabilitatea termică mai ridicată și, în fine, completa lor neinflamabilitate. Datorită temperaturii relativ ridicate de congelare a acestor lichide sintetice (ca de pildă —1°C la Sovol), folosirea lor la impregnarea condensatoarelor de forță lucrînd în încăperi neîncălzite nu este admisă. La înghețarea Sovolului se produc crăpături care favorizează începutul ionizării în dielectric. Din cauza aceasta s-au realizat tipuri noi de dielectric sintetic. În R.F.G. s-a realizat Clophen A-30, cu temperatura de congelare de —18°C. Totuși, pentru regiunile nordice ale U.R.S.S., cu temperaturi foarte scăzute în lunile de iarnă, nici acest material de impregnare nu era corespunzător. Astfel, s-a lucrat la realizarea unui nou tip, și anume 6M-30, cu temperatura de congelare de —40°C. Acest dielectric este un amestec de tetracloretilen și diclortrimetilfenilindan în proporție de 1 :1. În comparație cu clophenul A-30, se constată superioritatea dielectricului 6M—30 ; pe lîngă temperatura de congelare mai scăzută, rezistivitatea volumetrică este mai bună, respectiv 10^{14} Ω cm la 20°C și 10^{13} Ω cm la 90°C, față de 5.10^{12} Ω cm la 20°C și 5.10^{11} Ω cm la 90°C (pentru A—30). La fel și variația factorului de pierderi tg δ în funcție de tensiune (pentru determinarea pragului de ionizare) arată superioritatea noului produs.

A.B.

CZ 621.315.616.9

Reuter, H. **Carbonați de fluor ca materiale izolante** (Fluorkarbone als elektrische Isolierstoffe). În : Elektrie, *15*, nr. 6, iunie 1961, p. 184—186, 8 fig., 3 tab.

Este vorba de combinații organice, în care unul sau mai mulți atomi de fluor sînt combinați nemijlocit cu carbonul. Denumirile speciale primite de aceste combinații sînt redate într-un nomenclator (F12 = $C_2F_2Cl_2$, Fl12 = C_2F_2 etc.). Se insistă asupra produsului F12, care combinat cu azotul dă un gaz izolant, utilizat la aparatele de înaltă tensiune, condensatoare și alte aparate cu carcase etanșe. Se arată apoi utilizarea clorurii de fluormetan într-un transformator, relevîndu-se avantajele față de un transformator în ulei.

Două tabele reprezintă caracteristicile mecanice și electrice ale unor produși ca, de exemplu, politetrafluoretilenul, care în comerț apare sub diferite denumiri (U.R.S.S. — Fluoroplast, S.U.A. — Teflon etc.). Pentru astfel de materiale (obținute prin polimerizarea combinațiilor gazoase, nesaturate, de clortrifluoretilenă sau tetrafluoretilenă), care reprezintă polimeri în stare solidă, se arată în diferite diagrame variația constantei dielectrice cu frecvența, cu temperatura etc.

Se trece apoi la prelucrarea politetrafluoretilenei, din care se execută diferite piese solide, benzi izolatoare, lacuri izolante sau lichide de impregnat fibre de sticlă sau de azbest. Dacă o piesă complicată nu se poate obține direct prin presă, se produce întîi semifabricatul, care se prelucrează apoi la mașini. Utilizări importante ale acestui material mai sînt apoi schemele imprimate. Însușirile izolantei sînt de o deosebită importanță la frecvențe și temperaturi înalte. În R.D.G. acest material (denumit aici Heydeflon) este întrebuințat la fabricarea cablurilor coaxiale, a soclurilor, ștecărelor și la izolarea bobinajelor din transformatoare.

G. C.

621.316.7/9 *Aparate electrice*

CZ 621.316.74 : 644.5

Samsutdinov, D. G. **Instalații pentru reglarea temperaturii aerului înconjurător** (Ustanovka dlia regulirovania temperaturî okrujaiușcevo vozduha). În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 11, 1962, p. 35—36.

Se prezintă o instalație construită pentru un laborator de 600 m^3, care menține constantă temperatura într-un interval de 15—30°C cu o eroare de ±0,2°C. Ea poate lucra continuu, iar timpul de funcționare al elementelor de încălzire depinde doar de izolația camerei și puterea elementelor încălzitoare. Instalația constă dintr-un calorifer, un detector de temperatură și blocurile de reglaj și protecție. Puterea elementelor încălzitoare este de 20 kW. Ca traductor de temperatură se folosește un termometru de contact cu o precizie de ±0,05°C. Blocul de reglare și protecție cuprinde un electromagnet de pornire, patru relee, un releu cu contact de mercur. Funcționarea decurge în felul următor : la o temperatură a mediului înconjurător mai mică decît cea stabilită, se închid contactele releului cu mercur, care comandă, prin contactul altui releu, închiderea ventilatorului. De asemenea, un alt contact închide electromagnetul de pornire al elementelor de încălzire care se conectează la rețeaua de 380 V. Protecția instalației este realizată cu ajutorul unei diode și al unui releu care acționează la nesimetrie de fază sau funcționare anormală. Menținerea constantă a temperaturii se face prin „jocul" dintre contactele releelor, care comandă elementele de încălzire și ventilatorul.

Exploatarea timp de cîteva luni a instalației a arătat siguranță în funcționare.

Fl. T.

CZ 621.316.925.001.41 : 621.317.3.064.3

Martînov, R. G., Sorokin, F. A. și Dimitrov, V. D. **Aparat pentru măsura automată a capacității de lucru a releelor electromagnetice** (Pribor dlia avtomaticeskovo izmerenia rabotospasobnosti elektromagnitnih rele). În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 6, 1962, p. 34—35.

Siguranța în funcționare a releelor electromagnetice se determină prin rezistența la uzură a contactelor și a sistemului mecanic, verificarea făcîndu-se cu ajutorul unor scheme electrice ce reproduc condițiile în care funcționează aparatul. Aparatul realizat de autori permite obținerea unor curenți de sarcină de 0,2—2 A, iar tensiunea la contacte poate fi 30—250 V în c.c. și 115 V în c.a. El constă dintr-un generator de impulsuri rectangulare, un amplificator de c.c. la ieșirea căruia se conectează înfășurarea releului ce se încearcă, blocuri de alimentare, de sarcină și încărcare ; toate aceste blocuri sînt tranzistorizate.

Funcționarea blocurilor se explică pe larg insistîndu-se în special asupra blocului de măsură care cuprinde dispozitivul de numărare, de măsură a curentului din înfășurarea releului etc. Regimul de încercare depinde de tipul aparatului și variază de la 100 000 pînă la 10 milioane conectări, stabilindu-se la început de un „operator", după care funcționarea aparatului decurge în mod automat.

Aparatul descris este simplu, sigur în exploatare și poate fi utilizat pentru încercarea oricărui releu dacă se schimbă în mod corespunzător blocurile de alimentare și sarcină.

Fl. T.

CRONICĂ

Desfăşurarea lucrărilor sesiunii ştiinţifice a electricienilor din Republica Populară Romînă

CZ 061.3 : 621.3 IPB „1962"

În zilele de 17, 18 şi 19 decembrie 1962 s-au desfăşurat lucrările celei de-a doua sesiuni ştiinţifice de electrotehnică pe ţară.

Şedinţa de deschidere şi comunicările pe secţii au avut loc în localul Institutului politehnic — Bucureşti.

Sesiunea a fost iniţiată de Ministerul Învăţămîntului cu sprijinul activ al Institutului politehnic — Bucureşti şi al Facultăţii de electrotehnică, cu scopul de a prezenta un bilanţ al cercetărilor care se efectuează în ţara noastră în domeniul electrotehnicii pentru rezolvarea problemelor ridicate de diversele sectoare ale economiei naţionale.

Cuvîntul de deschidere a lucrărilor a fost rostit de acad. prof. I. S. Gheorghiu, preşedintele comitetului de organizare. Au vorbit apoi acad. prof. Ilie Murgulescu din partea Ministerului Învăţămîntului, şi prof. universitar Constantin Dinculescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., rectorul Institutului politehnic — Bucureşti, din partea corpului didactic. În continuare s-au prezentat comunicările :

1) prof. univ. *C. Dinculescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., „Dezvoltarea industriei energetice în Republica Populară Romînă şi perspectivele de viitor" ;

2) ing. *N. Ghiţă*, adjunct al ministrului metalurgiei şi construcţiilor de maşini, „Dezvoltarea industriei electrotehnice în Republica Populară Romînă şi perspectivele de viitor" ;

3) prof. univ. *R. Răduleţ*, membru corespondent al Academiei R.P.R., „Contribuţia cercetării ştiinţifice la dezvoltarea industriei electrotehnice şi energetice în Republica Populară Romînă".

Din cele relatate de acad. prof. *I. S. Gheorghiu*, acad. prof. *I. Murgulescu*, prof. univ. *C. Dinculescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., cît şi din comunicările prezentate în şedinţa de deschidere, a rezultat că lucrările sesiunii ştiinţifice s-au desfăşurat sub semnul puternicii dezvoltări a industriei energetice şi electrotehnice şi al contribuţiei substanţiale şi concrete aduse de cercetarea ştiinţifică la rezolvarea problemelor ridicate de producţie. Scopul principal al conferinţei a fost răspîndirea şi valorificarea realizărilor şi a cunoştinţelor tehnico-ştiinţifice de specialitate, precum şi dezvoltarea activităţii de cercetare strîns legate de producţie, care asigură introducerea în uzine şi fabrici a tehnicii noi.

În sesiune au fost prezentate 66 de lucrări ştiinţifice, dintre care 43 de cadrele didactice şi 23 de cadrele de cercetare din producţie. De asemenea, au fost prezentate două lucrări de prof. *Istvan Racz*, de la Universitatea tehnică din Budapesta, cu titlul : 1. „Regimul tranzitoriu în motoarele asincrone cu dublă colivie" ; 2. „Analiza metodelor de reglare a sistemelor simetrice".

În cadrul celor patru secţii de specialitate : Electrotehnică generală, Măsurări şi aparate electrice, Maşini electrice, Reţele şi sisteme electrice, s-au purtat discuţii susţinute şi fructuoase în jurul lucrărilor prezentate, analizîndu-se fondul lucrărilor, legătura lor cu practica, aspectele originale, precum şi utilitatea lor imediată sau viitoare privind aplicarea lor în proiectarea şi exploatarea instalaţiilor din domeniul de specialitate respectiv.

Sesiunea a constituit un prilej de afirmare a şcolii româneşti de cercetare ştiinţifică, pentru că a scos în evidenţă potenţialul ridicat de care dispunem în prezent în această ramură, datorită condiţiilor optime create de partid şi guvern cadrelor de cercetare din institutele de învăţămînt superior şi din institutele de cercetare, cum şi din producţie.

În majoritatea lor, lucrările prezentate sînt interesante, prezintă probleme tehnice noi sau aproape noi, fie cu aplicaţie practică curentă, fie cu caracter teoretic sau experimental, a căror aplicare în producţie este de domeniul viitorului şi care constituie o rezervă ştiinţifică de perspectivă.

Unele probleme tratate au antrenat colective largi, cuprinzînd cadre de specialitate valoroase de la Institutul politehnic — Bucureşti, Iaşi, Timişoara, Institutul de energetică al Academiei R.P.R. şi Institutul de cercetări electrotehnice.

Lucrările prezentate în cadrul sesiunii au cuprins o varietate mare de probleme legate de introducerea tehnicii noi în producţie, creşterea producţiei, introducerea automatizărilor în întreprinderile industriale — măsuri ce duc la creşterea productivităţii muncii, scăderea preţului de cost şi la ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc.

Sesiunea ştiinţifică de electrotehnică a constituit un schimb de experienţă între numeroasele cadre de cercetare din învăţămînt şi producţie din întreaga ţară, întrucît au fost prezentate lucrări de nivel înalt la care s-au purtat discuţii vii şi fructuoase, s-a făcut un schimb de păreri între specialişti, asigurîndu-se astfel dezvoltarea teoriei şi aplicarea cercetării ştiinţifice în practică.

În cele ce urmează vom da atît titlul cît şi rezumatul unor lucrări prezentate la sesiunea ştiinţifică de electrotehnică.

În secţia de electrotehnică generală s-au prezentat următoarele referate :

1. Prof. *R. Răduleţ* şi conf. *Al. Timotin* (I.P.B.), „Încălzirea electrică în regim tranzitoriu a barelor neomogene". În lucrare se prezintă metoda funcţiunilor proprii pentru determinarea soluţiei explicite a problemei încălzirii electrice în regim tranzitoriu a două bare conductoare, diferite una de alta şi puse în contact termic. Această problemă reprezintă un model idealizat aplicabil, prin particularizarea condiţiilor la limită, la numeroase probleme studiate în literatura tehnică de specialitate, cu metode de aproximaţie. Metoda expusă poate fi utilizată şi pentru alte clase de probleme la limită în domenii omogene pe porţiuni.

2. Prof. *M. Marinescu* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Asupra unei generalizări a conceptului de rezonanţă şi aplicaţia la dezvoltarea unei noi tehnici a producerii energiei sonice în ultrasunete". Se analizează, pe bază de modelare electrică, reacţia sistemelor liniare periodice la aplicarea forţelor mecanice, electrice sau electromagnetice în forma de impulsie, avînd o anumită fază faţă de efectul produs. Se stabilesc astfel condiţiile unei noi forme de rezonanţă : rezonanţa la impulsie, care diferă esenţial de condiţiile rezonanţei clasice. Se prezintă verificări experimentale pe un model electric. Se arată că se poate obţine o sporire apreciabilă a puterii dezvoltate de generatoarele magnetostrictive de ultrasunete. Rezultatele marchează o cotitură în tehnica actuală a producerii energiilor sonice în ultrasunete, cu generatoare magnetostrictive.

3. Conf. *T. Dordea* (I.P.T.), „Asupra procesului de trecere a curentului electric la contactul alunecător de mercur".

4. Conf. *A. Ţugulea*, candidat în ştiinţe tehnice (I.P.B.), „Efectul de apropiere dintre un fir rectiliniu infinit şi un conductor cilindric paralel cu firul". Se determină cîmpul electromagnetic într-un cilindru conductor cu axa paralelă cu un fir parcurs de curent, prin integrarea ecuaţiilor în regim armonic cvasistaţionar. Se analizează soluţiile obţinute pentru efectul peliculat slab şi efectul pelicular net. Se regăseşte la limită soluţia pentru curenţii turbionari induşi într-un cilindru conductor de un cîmp magnetic transversal omogen, variabil armonic în timp.

5. Conf. *I. Moisil* (Institutul pedagogic de 3 ani din Bucureşti), „O problemă de electrostatică insuficient studiată : densitatea de sarcină la vîrfuri". Se prezintă legătura dintre forma unui conductor încărcat şi densitatea lui de sarcină, arătîndu-se că densitatea de sarcină nu depinde de raza de

curbură medie. Se dă un alt criteriu pentru aprecierea densității de sarcină maximă.

6. Prof. *M. Marinescu* (Institutul de petrol, gaze și geologie din București), „Motoare cu histereză electromecanică și mișcare alternativă". Se arată că lucrarea este o continuare a studiilor întreprinse și publicate de autor despre aceste noi tipuri de motoare electrice. Se stabilesc condițiile optime de funcționare și se justifică rezultatele obținute pe baza verificărilor experimentale întreprinse pe două prototipuri de asemenea motoare lucrînd în sarcină. Se analizează aplicația în domeniul sonicității ca generator de unde sonice, pentru acționarea pompelor sonice folosite la alimentările cu apă ale gospodăriilor colective (pompe Hossu).

7. Prof. *R. Răduleț* și conf. *Al. Timotin* (I.P.B.), „Evoluția repartiției temperaturii într-un inel neomogen încălzit electric". Problema încălzirii electrice în regim tranzitoriu a unui model idealizat (un inel subțire constituit din două porțiuni omogene puse în contact termic și electric, avînd lungimi, secțiuni și proprietăți de material diferite) este rezolvată exact cu ajutorul unor metode generale propuse de autori. Soluția obținută este regăsită și cu ajutorul unei metode operaționale, iar aplicarea ei la un caz concret este comparată cu datele experimentale indicate în literatură.

8. Conf. *T. Dordea* (I.P.T.), „Asupra compensării circuitului de comutație la modificatorul de frecvență cu contact alunecător cu mercur". În vederea utilizării contactului alunecător metal-lichid în circuitele electrice în care se realizează comutarea curentului este necesară evitarea formării arcului electric. În acest scop se propune utilizarea unui circuit cu semiconductoare în paralel cu contactul principal care blochează curentul invers și creează condiții de întrerupere fără arc electric.

9. Conf. *Gh. Moisil* (I.P.B.), „Calculul potențialului electric produs în sol de o linie de tracțiune electrică". Se determină potențialul electric al unei linii de tracțiune în curent continuu, formată din două șine paralele cu o construcție metalică subterană acoperită cu un înveliș cvasiizolant, prin integrarea ecuațiilor Laplace-Poisson, într-un sol omogen, liniar și izotrop. În acest scop se folosește formalismul funcției lui Dirac.

10. Conf. *C. Mocanu* (I.P.B.), „Efectul pelicular în conductoare cilindrice cu secțiune eliptică". Se soluționează problema efectului pelicular în conductorul eliptic, pentru orice frecvență, obținînd, pentru intensitățile cîmpurilor $\overline{E}$; $\overline{H}$, pentru densitatea de curent J și pentru rezistența în alternativ Ra, formule restrînse, similare cu formulele cilindrului circular.

11. Ing. *A. Millea* (Institutul de metrologie — București), „O nouă metodă de calcul al densității curentului alternativ și al pierderilor în conductoare rectilinii'. Se prezintă o nouă metodă pentru calculul densității de curent și al rezistenței în curent alternativ în cazul conductoarelor cilindrice de secțiune oarecare, bazate pe aplicarea unui procedeu variațional pentru rezolvarea prin aproximații a ecuațiilor integrale ale densității de curent. Formulele obținute sînt simple și se aplică într-o gamă mai largă de valori ale frecvenței decît cele date de metoda iterației.

12. Conf. *P. Sonea* (I.P.B.), „Aprinderea amestecurilor carburante prin ionizarea lor". În lucrare se expune un sistem nou de aprindere cu ionizator auxiliar pentru motoarele cu carburator. Noul sistem permite creșterea valorii energiei de amorsare cu scopul de a înlesni aprinderea combustibililor grei.

13. Ing. *Gh. Atanasiu* (I.P.T.), „Asupra efectului pelicular în bare metalice feromagnetice". Se cercetează efectul pelicular pentru cazul barelor feromagnetice cu dimensiuni comparabile sau mai mici ca adîncimea de pătrundere a undelor electromagnetice. Astfel se obțin formule de calcul al factorului de mărire a rezistenței barelor. Se prezintă și o serie de date experimentale.

14. Conf. *F. Koch* și *V. Hitler* (Universitatea Babeș-Bolyai Cluj), „Magnetizarea perpendiculară declanșată de impulsuri de curent axial".

15. Lector *Al. Bodi* și lector *P. Cioară* (Universitatea Babeș-Bolyai Cluj) prezintă studiul tuburilor de semnalizare cu neon tip N—25 fabricate de „Electrofar" în vederea utilizării lor pentru producerea unor impulsuri luminoase cît mai apropiate de forma dreptunghiulară. Se descriu aparatura folosită și metoda de măsurare și se dau rezultatele obținute.

În secția de măsurări electrice s-au prezentat șapte lucrări:

1. Prof. *V. Petrescu*, doctor în științe tehnice, și ing. Gh. Savin (I.P.I.), „Extinderea principiului curenților în cvadratură la unele punți, în scopul măsurării mai precise a parametrilor inductanțelor și a capacităților cu pierderi". Se arată că este posibilă determinarea parametrilor condensatoarelor cu pierderi și ai bobinelor cu miez magnetic dacă se cunoaște raportul curenților din două circuite derivate aduși în cvadratură. Se precizează modul cum au fost studiate aspectele teoretice și se indică schema necesară scopului propus.

2. Conf. *C. Șora* și șef lucrări *A. Heler* (I.P.T.), „Influența așezării nesimetrice a electrozilor Hall asupra tensiunii generatorului Hall". Se analizează influența pe care o are așezarea electrozilor Hall în diferite planuri transversale, influența felului de execuție a electrozilor de comandă, influența materialului semiconductor asupra tensiunii generatorului Hall. S-a elaborat o metodă de calcul pentru separarea componentelor tensiunii care se măsoară în sarcină la electrozi de acest tip. Încercările experimentale au fost efectuate asupra unor plăci semiconductoare din „Ge" și InSb.

3. Prof. *Al. Popescu* (I.P.B.), „Asupra utilizării relațiilor lui Heaviside la calculul sensibilității relative maxime a punților de curent alternativ". Se arată că este greșit procedeul folosit de unii autori care, înlocuind în relațiile lui Heaviside valorile pentru punțile Wheatstone de curent continuu — mărimile prin impedanțe — folosesc aceste relații la puntea Wheatstone de curent alternativ.

4. Prof. *I. Ursu*, candidat în științe fizice, și *C. Balintfi* (Universitatea Babeș-Bolyai Cluj), „Determinarea concentratului de oxigen dintr-un amestec de gaze pe cale magnetică".

5. Ing. *M. Leon* (Institutul de proiectări de aparataj electrotehnic și instalații de automatizare), „Optimizarea regimului dinamic de funcționare a unui galvanometru prin modelare pe calculatorul analogic". Se prezintă problema optimizării regimului dinamic de funcționare a unui galvanometru, utilizînd simularea sa pe un calculator analog, exemplificată pe un caz particular studiat de autor la IPAEIA.

6. Ing. *A. Millea* (Institutul de metrologie — București), „Circuite stabilizatoare de tensiune alternativă cu rezistențe neliniare inerțiale".

7. Ing. *D. Fințescu*, ing. *R. Zăroni*, ing. *B. Șerbănescu*, ing. *L. Lepedatu* și ing. *A. Herlea* (Institutul de cercetări electrotehnice — București), „Echipament automatizat pentru electrofiltre". După ce se arată condițiile pe care trebuie să le îndeplinească o instalație de alimentare cu tensiune înaltă a electrofiltrelor se descrie echipamentul conceput și realizat după o schemă originală la ICET. Echipamentul este alcătuit dintr-un redresor cu semiconductoare de 100 kV stabilizat, a cărui comandă automată, realizată cu amplificatoare magnetice și tranzistoare, asigură în permanență un randament optim de desprăfuire. Instalația este concepută și funcționează în regimuri de descărcări, arcuri și scurtcircuite electrice frecvente, cu caracter tehnologic. Aceste funcții sînt asigurate prin limitarea automată a curentului și stingerea rapidă a arcurilor. Spre deosebire de alte instalații cunoscute, echipamentul realizat este complet static.

În secția mașini electrice s-au prezentat 29 de lucrări dintre care amintim:

1. Conf. *V. N. Nedelcu*, candidat în științe tehnice (I.P.B.), „Cu privire la expresia puterii reactive a mașinii sincrone". În literatura de specialitate, puterea reactivă a mașinii sincrone cu poli aparenți este exprimată în funcție de coordonatele d; q; o. În ultimul timp se acordă o atenție deosebită puterii reactive instantanee (Mamikorianț, Venikov ș.a.). În lucrare, pentru prima dată în literatură, se arată că formula clasică pentru puterea reactivă, în regim de asimetrie completă, nu mai exprimă puterea reactivă.

2. Conf. *C. Bălă*, candidat în științe tehnice, ing. *M. Bărgăuanu* și ing. *D. Crețu* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.) prezintă studiul motoarelor sincrone pentru acționarea agregatelor industriale, ținîndu-se seamă de eventualele întreruperi în alimentarea cu energie electrică și de restabilirea rapidă a regimului normal de funcționare la aceste tipuri de motoare. Se tratează un caz concret, la care s-au determinat

în prealabil parametrii și caracteristicile mecanice ale motorului sincron în condiții de exploatare.

3. Asistent *Al. Fetița* (I.P.B.), „Rezultatele experimentale obținute pe generatoare sincrone trifazate de 30 kVA, echipate cu un nou tip de înfășurare". Noul tip de înfășurare repartizată asigură o sporire considerabilă a suprafeței utile de ventilație a înfășurării; permite obținerea unei creșteri sensibile a puterii specifice a mașinilor electrice echipate cu astfel de înfășurări; se execută într-un singur strat cu bobine de aceeași deschidere, cu capetele dispuse în două coroane suprapuse decalat; înlesnește scurtarea pasului prin intercalarea fazelor. S-a executat la trei generatoare sincrone tetrapolare fabricate de Uzina de mașini electrice din București și, prin măsurări, s-a stabilit că supratemperatura stabilizată a înfășurării indusului a fost de 28,8°C față de 65°C cea maximă admisibilă pentru izolația de clasa A.

4. Conf. *I. Moisil* (Institutul pedagogic de 3 ani din București), „O teorie unitară a mașinilor electrice rotative".

5. Conf. *V. N. Nedelcu*, candidat în științe tehnice (I.P.B.). În literatura de specialitate se folosesc numeroase variante ale ecuațiilor de funcționare a mașinilor sincrone în coordonate d; q; o (ecuațiile Park-Gorev). Această situație creează mari confuzii și dificultăți atît în privința folosirii concrete a acestor ecuații, cît și în utilizarea lucrărilor științifice, fapt care a justificat organizarea unei ample discuții în revista Elektricestvo în decursul anilor 1959—1962. S-a ajuns la concluzia că pot fi folosite 128 de variante ale acestor ecuații. În lucrare se definește noțiunea de vector reprezentativ spațial-temporal al sistemelor scalare polifazate cu repartiție sinusoidală în spațiu, pe baza căreia se deduc în mod univoc relațiile funcționale în coordonate d; q; o. Se arată că numai două sisteme de ecuații sînt coerente.

6. Conf. *D. Niculescu* (I.P.B.), „Asupra sistemelor de referință folosite în studiul mașinilor electrice". Se dau matricele de transformare pentru trecerea de la ecuațiile de bază la aceleași ecuații scrise cu ajutorul componentelor simetrice și al diferitelor tipuri de componente. Se stabilesc expresiile puterii și ale cuplului în diverse sisteme de referință.

7. Ing. *St. Grosu*, ing. *Val. Stanciu*, ing. *D. Țogui* și ing. *M. Șarpe* (uzina Electroputere-Craiova), „Principiile noi de construcție la transformatoarele de mare putere cu bobinaje de aluminiu". Se prezintă unele principii noi de construcție a transformatoarelor de mare putere cu bobinaje de aluminiu, fabricate la uzina Electroputere. S-au obținut performanțe excepționale care depășesc pe cele de la construcțiile similare din străinătate, atît în privința prețului de cost, cît și a calității. Rezultatele experimentale de la platforma de încercări și din exploatare confirmă constatările teoretice.

8. Ing. *Gh. Toma*, ing. *C. Rădulescu* și ing. *T. Nazdravan* (uzina Electroputere-Craiova), „Seriile de transformatoare 6,3 ÷ 100 MWA, la 110 kV, cu reglaj sub sarcină, de construcție cu tablă laminată la rece, cu două și trei înfășurări". Se studiază premisele de asimilare și elaborare a două serii de transformatoare de mare putere, la 110 kV. Se prezintă atît particularitățile de proiectare, caracteristicile și performanțele tehnico-economice, cît și soluțiile noi constructive și tehnologice.

9. Prof. *N. V. Boțan*, doctor în științe tehnice, și șef lucrări *I. Bejan* (I.P.I.), „Considerații experimentale asupra fenomenului de automodulație în amplificatoarele magnetice de tip modulator". Se studiază experimental pe un amplificator magnetic de tip modulator condițiile de apariție a fenomenului de automodulație, urmărindu-se totodată relațiile cantitative dintre diverșii parametri ai circuitului.

10. Conf. *C. Apetrei*, candidat în științe tehnice, conf. *C. Bălă*, candidat în științe tehnice, șef lucrări *N. Ștefănescu* și asistent *I. Bahrin* (I.P.B.), „Calculul forțelor axiale la autotransformatoare cu reglaj". Se analizează forțele axiale în condițiile specifice ale autotransformatoarelor de reglaj cu raport de transformare apropiat de unitate și reactanță de scăpări reduse. Se stabilesc expresiile analitice pentru calculul forțelor axiale și se indică modul de determinare a eforturilor cu ajutorul calculatoarelor numerice. Metoda este exemplificată prin calcularea forțelor la autotransformatoarele de mare putere fabricate în R.P.R.

11. Conf. *C. Apetrei*, candidat în științe tehnice, conf. *C. Bălă*, candidat în științe tehnice, și ing. *A. Cupșa* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Determinarea optimului tehnico-economic în proiectarea transformatoarelor de putere". Se arată că, la stabilirea soluției optime de proiectare a transformatoarelor de putere, trebuie să se ia în considerare și cheltuielile suplimentare anuale care apar în timpul exploatării transformatoarelor. Variația optimă este determinată punînd condiția ca prețul de cost efectiv al transformatorului să fie minim la puterea dată. Se examinează apoi influența tensiunii de scurtcircuit și a încălzirii părții active a transformatorului asupra prețului de cost.

12. Ing. *D. Crețu*, ing. *M. Bărgăuanu* și ing. *P. Oprișan* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Influența variației indicilor tehnico-economici asupra soluției optime a transformatoarelor de putere". Se analizează, pentru diverse valori ale puterii de scurtcircuit, influența prețului de cost al tolei pentru circuitul magnetic, al aluminiului pentru înfășurări, al pierderilor de energie în transformator, al timpului de recuperare normat, al timpului de utilizare a sarcinii maxime echivalent pierderilor nominale și al valorii inducției în coloanele circuitului magnetic asupra soluției optime a transformatorului de parametri dați.

13. Conf. *Al. Fransua*, candidat în științe tehnice (I.P.B.), „În legătură cu bilanțul de putere al transformatorului electric". Se stabilește bilanțul de putere al transformatorului electric monofazat pe baza utilizării vectorului Poynting. Din studiu rezultă în mod clar transferul de energie dinspre înfășurarea primară spre înfășurarea secundară prin spațiul care separă cele două înfășurări, adică pe drumul liniilor cîmpului magnetic de dispersie.

14. Ing. *D. Finițescu*, ing. *I. Dan* și ing. *R. Zăroni* (Institutul de cercetări electrotehnice—București), „Acționarea electrică cu motoare de curent continuu pentru instalația de foraj de 75 t". Se arată condițiile acționării electrice la instalația de foraj și se descrie schema de acționare a troliului și a mesei rotative, elaborată de ICET. Acționarea se face cu două motoare de curent continuu cu excitație separată de cîte 500 kW, alimentate de amplificatoare magnetice echipate cu redresoare cu siliciu. Se realizează o reglare continuă a turației motoarelor în ambele sensuri de rotație, cum și frînarea dinamică pînă la 6% din turația maximă. Se asigură toată gama de viteze și cupluri necesare pentru o exploatare rațională fără a se schimba raporturile de transmisie ale reductorului.

15. Ing. *G. Weinrich*, ing. *S. Anastasiu*, ing. *I. D. Landau* și ing. *St. Chivăran* (IPAEIA), „Instalații cu tiristoare pentru alimentarea acționărilor electrice cu motoare de curent continuu". Se analizează teoretic și experimental, pe diverse tipuri de scheme cu tiristoare pentru alimentarea motoarelor de curent continuu, fenomenele tranzitorii și staționare, performanțele și aspectele tehnico-economice ale unor asemenea instalații. Se prezintă datele experimentale obținute în schema de reglare automată a vitezei unui motor de curent continuu.

16. Șef lucrări *B. Oprendeck* și ing. *Băbuția* (I.P.T.), „Metodă statistică pentru interpretarea măsurărilor la controlul de serie a mașinilor electrice". Se prezintă stadiul actual privind încercările de serie efectuate de către întreprinderile constructoare de mașini electrice și se analizează eficiența acestui tip de control.

Pentru înlăturarea deficiențelor constatate se propune o nouă metodă mai precisă și mai rapidă bazată pe criterii de control, evaluarea statistică a limitelor de variație admisibilă acestora și controlul direct combinat cu monograme în V. Metoda a fost verificată experimental cu ajutorul mașinii electronice de calculat MECIPT—1 la peste 500 de mașini asincrone de diverse tipuri.

17. Ing. *E. Sofan* (IPAEIA), „Un nou tip de amplidină: amplidina autoliniarizatoare". Se descrie un nou tip de amplidină, denumită amplidină autoliniarizatoare și se prezintă principiul de funcționare și particularitățile constructive. Se fac considerații asupra perspectivelor de folosire a unei asemenea amplidine.

18. Conf. *D. Niculescu* și conf. *M. Sand*, candidat în științe tehnice (I.P.B.), „Probleme de construcții ale micromașinilor electrice". Se trec în revistă tipurile curente de micromașini electrice folosite pentru acționări electromecanice și automatizări.

19. Conf. *M. Cristea* (I.P.Br.), „Asupra procesului de angrenare a demarorului cu indus deplasabil". În urma deplasării axiale a indusului, forța de tracțiune axială și cuplul

depind de poziţia instantanee a rotorului. Viteza axială şi viteza unghiulară variază continuu în timpul procesului de angrenare. Problema este examinată în două cazuri limită, acela al dependenţei liniare a fluxului şi acela al fluxului constant (circuit magnetic saturat).

20. Ing. *V. Bunea* (Uzina de maşini electrice — Bucureşti), „Maşini electrice cu crestături complet închise". Crestătura complet închisă duce la dezavantajul că, prin jugul către întrefierul aflat în faţa crestăturii, se strecoară o parte din fluxul util atît în gol, cît şi în sarcină. Se studiază cantitativ acest fenomen care în gol duce la micşorarea tensiunii induse, respectiv a curentului de mers în gol, iar în sarcină, la mărirea reactanţei de scăpări pînă cînd o puternică saturaţie a acestor goluri stabilizează situaţia. Experienţe efectuate pe două motoare arată o coincidenţă satisfăcătoare între concluziile din lucrare şi măsurări.

21. Şef lucrări *B. Oprendeck* (I.P.T.), „Asupra metodelor de ridicare experimentală a alurii cuplului la maşini asincrone". Se analizează critic modelele experimentale pentru ridicarea alurii cuplului la maşini asincrone şi se prezintă amănunţit, în lumina avantajelor, deficienţelor şi a limitelor de utilizare, ridicarea completă a cuplei cuplului prin metoda măsurării punct cu punct la o maşină de curent continuu cu stator basculant, în regim de frînă cu recuperare.

22. Prof. *R. Răduleţ* şi şef lucrări *A. Ifrim* (I.P.B.), „Contribuţie la teoria motorului de inducţie cu rotor masiv crestat". Pe baza aproximaţiei printr-o maşină cu întrefier „plan" se stabileşte expresia densităţii curentului indus în rotorul feromagnetic masiv şi crestat al motorului de inducţie, a cîmpului magnetic din rotor şi din întrefier, şi a cuplului motorului. Calculul se bazează pe integrarea ecuaţiilor lui Maxwell pentru interiorul rotorului, cu satisfacerea unor condiţii la limită mai apropiate de situaţia reală decît în aproximaţiile încercate pînă în prezent, printre care şi aceea a anulării componentei normale a densităţii curentului pe suprafeţele frontieră ale dinţilor indusului, inclusiv pe feţele lor frontale. S-a dezvoltat astfel teoria motorului al cărui rotor nu are aplicate inele de scurtcircuitare pe feţele sale frontale.

23. Şef lucrări *I. Novac* (I.P.T.), „Metoda de simetrizare completă a maşinilor asincrone trimonofazate de sudare prin transformator de cuplaj monofazat". Pe baza unui studiu teoretic se trage concluzia că este posibilă simetrizarea completă a maşinii asincrone trimonofazate de sudare cu ajutorul unui transformator de cuplaj monofazat, pentru o anumită sarcină. Se determină parametrii transformatorului de cuplaj, necesari dimensionării lui.

24. Şef lucrări *I. Novac* (I.P.T.), „Influenţa decalajului înfăşurărilor mono- şi trifazate asupra gradului de asimetrie a maşinii asincrone trimonofazate de sudare".

25. Şef lucrări *I. Novac* şi şef lucrări *B. Oprendeck* (I.P.T.), „Asupra cuplurilor parazite asincrone de dinţi la motorul asincron cu rotorul în scurtcircuit".

26. Ing. *V. Saviuc* (Filiala Iaşi a Academiei R.P.R.) şi conf. I. Sabatiu (Institutul de mine — Petroşani), „Repartiţia densităţii de curent într-un tub de etanşare neferomagnetic introdus în întrefierul unui motor asincron". Pentru izolarea rotorului sau a statorului maşinilor ermetice faţă de mediile nocive care apar în industria chimică, petrolieră, minieră, industria de gaze naturale etc., fără folosirea presgarniturilor costisitoare şi nesigure, se examinează utilizarea motorului asincron cu rotor ecranat. Se examinează şi ecranul neferomagnetic din material conductor, care se învîrte sincron cu rotorul, caz ce apare la protejarea rotorului împotriva coroziunii cu un strat metalic.

27. Ing. *Aug. Moraru* (I.I.S. Automatica), „Contribuţii la teoria motorului asincron cu cilindru de etanşare în întrefier". În industria chimică, la pomparea lichidelor corosive sau la presiuni ridicate se folosesc motoare asincrone cu cilindru (de grosime 10—20 mm) metalic de etanşare în întrefier, cilindru care influenţează caracteristicile motorului asincron, datorită atît pierderilor din cilindru, cît şi amortizării diferitelor componente ale cîmpurilor statorice şi rotorice. Studiindu-se influenţa fundamentalei cîmpului din întrefier se integrează ecuaţiile cîmpului în prezenţa cilindrului de etanşare, stabilindu-se apoi circuitul echivalent al unui asemenea motor. Se dau expresii exacte şi aproximative ale parametrilor noi ai circuitului echivalent.

28. Asistent *N. Galan* (I.P.B.), „Caracteristicile motorului asincron cu rotor masiv la frecvenţa variabilă". Se studiază caracteristicile de funcţionare a unui motor asincron cu rotor masiv la frecvenţă variabilă, avîndu-se în vedere variaţia curentului, a factorului de putere, a alunecării, a puterii absorbite la cuplu util constant. În calculele efectuate s-a considerat permeabilitatea constantă. Se scot în evidenţă diferenţele care există între rezultatele experimentale şi determinările teoretice, şi se explică unele neconcordanţe.

29. Ing. *N. Bichir* (Institutul de cercetări electrotehnice — Bucureşti), „Studiul zgomotului maşinilor electrice".

În secţia de reţele şi sisteme electrice s-au prezentat 14 lucrări:

1. Ing. *E. Arie* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Caracteristici ale sistemelor electroenergetice pentru studiul calităţii reglajului". S-a studiat efectul interconexiunii mai multor generatoare şi interacţiunea regulatoarelor de viteză şi tensiune ale acestora. Se dau metode pentru determinarea experimentală a parametrilor caracteristicilor statice şi a funcţiilor de transfer globale, simplificate, ale sistemului.

2. Şef lucrări *Fl. Manea*, ing. *S. Ionescu* şi ing. *P. Nicolae* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Influenţa parametrilor şi regimurilor sistemului energetic asupra proceselor tranzitorii de reglaj frecvenţă-putere". Se analizează influenţa unor factori, ca: timpul de lansare, puterea sincronizantă, caracteristica frecvenţă-putere a consumatorilor, precum şi a regimurilor sistemului energetic (natura şi mărimea grupurilor în funcţiune, sarcina sistemului etc.), asupra proceselor tranzitorii la reglajul automat al frecvenţei, asupra puterii de schimb între două sisteme energetice şi asupra repartiţiei puterilor între grupuri. Ca mijloc de studiu s-a folosit maşina de calculat analogic liniară MECAN—1 a institutului.

3. Conf. *E. Constantinescu* şi conf. *A. Arie* (I.P.B.), „Folosirea unui model electric pentru studiul fenomenelor de vibraţii ale conductoarelor liniilor electrice oarecare şi al efectelor antivibratoarelor montate pe aceste conductoare". Se studiază efectele vibraţiilor asupra conductoarelor liniilor electrice aeriene şi se stabilesc ecuaţiile de transmisie a vibraţiilor în lungul conductoarelor. Pe baza analogiei dintre ecuaţiile transmiterii vibraţiilor mecanice şi ecuaţiile transmiterii undelor electromagnetice în lungul unui lanţ de cvadripoli, se propune realizarea unui model electric pe care să se poată studia efectele antivibratoarelor mecanice folosite la liniile electrice aeriene.

4. Asistent *D. Mark* (I.P.B.), „Aspecte ale protecţiei împotriva supratensiunilor atmosferice a liniilor de foarte înaltă tensiune". Se studiază aspectele noi ale protecţiei împotriva supratensiunilor atmosferice la liniile de 220 kV şi 400 kV, legate de apariţia acestor tensiuni în sistemul energetic din ţara noastră. Contrar aşteptărilor, în exploatarea acestor linii numărul declanşărilor datorită supratensiunilor atmosferice a depăşit numărul probabil rezultat din calculele efectuate după metodele cunoscute. Pe baza unei metode noi se apreciază gradul de protecţie împotriva supratensiunilor atmosferice a liniilor de 220 kV şi 400 kV care se construiesc în R.P.R., comparîndu-se rezultatele cu cele din alte ţări.

5. Prof. *I. Gh. Lăzărescu*, conf. *V. Niţu* şi asistent *F. Neagu* (Institutul de petrol, gaze şi geologie — Bucureşti), „Tensiuni optime în reţelele electrice de distribuţie şi de alimentare în industria extractivă (petrol, mine)". Se descrie situaţia existentă şi se stabilesc criteriile principale pentru determinarea valorilor optime ale tensiunilor. Se analizează eficacitatea economică a soluţiilor propuse şi se prezintă concluziile corespunzătoare.

6. Prof. *C. Dinculescu*, conf. *A. Arie*, şef lucrări *P. Buhuşi*, şef lucrări *D. Cristescu*, şef laborator *N. Golovanov* şi preparatori *Al. Selischi* (I.P.B.), „Probleme de electroenergetică ce pot fi studiate în laboratorul de centrale şi sisteme electrice". În laboratorul de centrale şi sisteme electrice s-a realizat un model de sistem electroenergetic care permite studierea următoarelor probleme: funcţionarea sistemului în sarcini nesimetrice, scurtcircuite multiple, studiul compensării liniilor lungi, studiul rezonanţei, studiul măririi stabilităţii, studiul atît în regim echilibrat cît şi în regim nesimetric, reanclanşările automate în sisteme.

7. Prof. *C. Dinculescu* şi conf. *Gh. Hortopan* (I.P.B.), „Comportarea întreruptoarelor în serviciu". Întreruptoarele trebuie să deconecteze, fără a provoca deranjamente în reţea, atît curenţii intenşi de scurtcircuit, cît şi curenţii relativ reduşi proveniţi din deconectarea în gol a liniilor, a transformatoarelor, a cablurilor. Deconectarea întreruptorului în asemenea condiţii duce la apariţia supratensiunilor de comutaţie care produc reamorsarea arcului electric în întreruptor. Se analizează, cu ajutorul calculului operaţional, supratensiunile de comutaţie care apar în condiţiile menţionate. Se arată că recomandările din publicaţia CEI 56 nu fac menţiune despre aceste situaţii şi că este necesar să se efectueze cercetări teoretice şi experimentale cu scopul determinării solicitărilor la care sînt supuse întreruptoarele la funcţionarea lor în reţeaua de înaltă tensiune.

8. Conf. *G. Drăgan*, candidat în ştiinţe tehnice (I.P.B.), „Contribuţii la determinarea supratensiunilor atmosferice induse". Considerîndu-se că de-a lungul canalului descărcării principale a trăsnetului se propagă o undă de curent, se determină, pe baza relaţiilor generale ale electrotehnicii, expresia supratensiunii induse, dată de o ecuaţie de tip hiperbolic. Spre deosebire de D. Razevig care presupune o undă de curent dată de o dreaptă oblică, în lucrare se consideră o undă de curent de impulsie dată de diferenţa a două exponenţiale; astfel, rezultatele obţinute sînt mai apropiate de cele reale.

9. Conf. *G. Drăgan*, candidat în ştiinţe tehnice (I.P.B.), „Determinarea pe cale analitică a supratensiunilor care apar la declanşarea liniilor în gol". Se studiază supratensiunile care apar la declanşarea liniilor în gol şi se propune o serie de măsuri corespunzătoare. Se arată că în cadrul Institutului de energetică al Academiei R.P.R. s-a elaborat o metodă de determinare experimentală a supratensiunilor la declanşări în gol ale liniilor, pe baza căreia, în colaborare cu IRME, s-au efectuat primele experienţe pe linia Focşani-Borzeşti. S-au stabilit relaţiile de calcul pentru determinarea supratensiunilor, considerîndu-se o schemă mai completă decît cea specificată în literatură. Determinarea supratensiunilor se face pe baza metodei propagării undelor; schema de calcul conţine şi capacitatea barelor staţiei pe lîngă inductanţa sursei şi este cu elemente concentrate şi uniform distribuite.

10. Ing. *C. Vîlciu*, ing. *St. Berenghi*, ing. *E. Pavel*, ing. *Al. Tănăsescu* şi ing. *M. Kleinerman* (I.R.E.B.), „Folosirea condensatoarelor-derivaţie fabricate în R.P.R. pentru compensarea longitudinală a liniilor de 15 kV din I.R.E.B." Se expun realizările efectuate la I.R.E.B. privind compensarea longitudinală a liniilor de 15 kV, care au consumuri cu factor de putere mic şi căderi mari de tensiune.

11. Ing. *C. Vîlciu*, ing. *St. Berenghi*, ing. *E. Pavel*, ing. *M. Kleinerman*, ing. *Al. Tănăsescu* şi ing. *W. Schapira* (I.R.E.B.), „Trecerea la tensiuni superioare a unor reţele în exploatarea I.R.E.B." Se trec în revistă studiile, experimentările şi realizările actuale în vederea trecerii la o tensiune superioară a următoarelor reţele: reţeaua de cabluri de 5 kV la 10 kV; reţeaua aeriană de 15 kV la 20 kV; reţeaua de joasă tensiune cu 208/120 V la 380/220 V.

12. Conf. *C. Bălă*, candidat în ştiinţe, ing. *M. Pomîrleanu* şi ing. *M. Bărgăuanu* (Institutul de energetică al Academiei R.P.R.), „Compensarea regimului deformant la instalaţiile de redresare". După o analiză a efectelor produse de regimurile deformante provocate prin funcţionarea redresoarelor se examinează critic, din punct de vedere funcţional şi economic, metodele de compensare cu aplicaţii concrete din industrie. Se prezintă metodele de calcul al filtrelor la instalaţiile cu sau fără compensarea puterii reactive prin condensatoare statice. Se prezintă soluţiile propuse şi se examinează oportunitatea adaptării unor asemenea metode.

13. Conf. *M. Braşovan*, şef lucrări *V. Văzdăuţeanu*, şef lucrări *N. Bogoevici* şi asistent *E. Seracin* (I.P.T.), „Consideraţii asupra aplicării transformatoarelor sugătoare la instalaţiile de tracţiune electrică în curent monofazat 25 kV, 50 Hz". Se analizează transformatoarele sugătoare ca mijloc pentru reducerea perturbaţiilor din circuitele de telecomunicaţii, acestea avînd rolul de-a absorbi curentul de întoarcere din pămînt şi din alte canalizaţii metalice subterane şi de a-l obliga să se întoarcă la substaţii pe un drum cît mai apropiat de linia de contact. Consideraţiile teoretice sînt completate cu o serie de calcule concrete, pe baza cărora se scot în evidenţă concluzii utile pentru realizarea electrificării căii ferate Bucureşti—Braşov.

14. Ing. *C. Vîlciu*, ing. *St. Berenghi*, ing. *E. Pavel* şi ing. *W. Schapira* (I.R.E.B.), „Modernizarea protecţiei posturilor de transformare din reţeaua I.R.E.B." Se face o analiză critică a protecţiei existente a posturilor de transformare şi se dezvoltă o serie de propuneri pentru modernizarea protecţiei posturilor de transformare în lumina noilor principii de funcţionare a reţelei de distribuţie şi alimentare: buclare pe joasă tensiune pe sectoare mari, simplificarea schemelor, creşterea gradului de siguranţă a alimentării abonatului etc.

După terminarea comunicărilor pe secţii a avut loc şedinţa pentru încheierea lucrărilor sesiunii de electrotehnică.

În şedinţa de închidere, prof. C. Dinculescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., rectorul Institutului politehnic—Bucureşti, a prezentat un raport asupra desfăşurării lucrărilor sesiunii ştiinţifice de electrotehnică a specialiştilor din întreaga ţară şi a tras concluziile corespunzătoare.

Din concluziile prezentate se desprind următoarele:

Lucrările sesiunii constituie un schimb de experienţe util şi optim între specialiştii din ţara noastră care lucrează în domeniul electrotehnicii. Deşi la sesiune s-au prezentat şi lucrări cu caracter teoretic a existat o mare parte care au legătură directă cu practica şi îşi găsesc o aplicare imediată sau într-un viitor apropiat în procesul de producţie. Este util de remarcat că s-au prezentat lucrări ştiinţifice de un înalt nivel teoretic şi practic, atît de către corpul didactic din instituţiile de învăţămînt din toată ţara, cît şi mai ales de specialişti din producţie.

Nivelul discuţiilor purtate în jurul temelor prezentate a fost corespunzător, ridicat, ceea ce a permis scoaterea în evidenţă a calităţii unor lucrări privind aportul lor la dezvoltarea unei ramuri sau subramuri a industriei de specialitate din ţara noastră.

Ca o constatare generală, rezultă contribuţia substanţială şi concretă pe care o aduce cercetarea ştiinţifică la soluţionarea problemelor practice din ramura industriei electrotehnice, în cele patru domenii discutate la sesiune.

Totodată, rectorul Institutului politehnic a scos în evidenţă unele lipsuri — dealtfel inerente — constatate cu ocazia desfăşurării lucrărilor sesiunii. Astfel, unele institute din ţară n-au răspuns de loc chemării de a participa cu lucrări la sesiune, cum ar fi Universitatea Bucureşti, unele catedre de specialitate din cadrul institutelor politehnice din ţară, unele întreprinderi care produc aparataj pentru instalaţiile din domeniul electrotehnic sau energetic sau cele care exploatează sau coordonează direct instalaţiile electroenergetice din ţara noastră.

Această situaţie a făcut ca în unele secţii ale sesiunii să se prezinte lucrări prea puţine în raport cu alte secţii şi să lipsească (cu unele excepţii) lucrări ştiinţifice în domeniul aparatajului de manevră, comutaţie şi protecţie a instalaţiilor electroenergetice.

Bilanţul lucrărilor sesiunii ştiinţifice de electrotehnică arată că cercetarea ştiinţifică este pe un drum ascendent cu largi perspective în privinţa dezvoltării lucrărilor cu caracter teoretic şi experimental; se poate afirma că dispunem în prezent de un potenţial sporit al cadrelor de cercetare în specialitatea electrotehnicii, care contribuie concret la dezvoltarea producţiei, la creşterea productivităţii muncii, la reducerea preţului de cost şi la sporirea sortimentelor în toate ramurile legate de dezvoltarea economiei socialiste a ţării noastre.

Ing. **A. Carabulea**

Electrotehnica în progres la tîrgul de mostre de primăvară din Leipzig

CZ. 061.4 : 621.3 (43) „1963"

Tîrgul de mostre de primăvară, care a avut loc între 3 şi 12 martie 1963, a stat sub egida : „Prin nivel tehnico-ştiinţific superior la dezvoltarea comerţului internaţional, pentru coexistenţă paşnică".

Tîrgul îşi păstrează rolul de frunte pe piaţa internaţională, ceea ce reiese din numărul record de 9 000 de întreprinderi din 60 de ţări care expun produsele lor pe o suprafaţă totală de 300 000 m².

Participarea U.R.S.S., R.S.C., R.P.P., R.P.U. şi R.P.B. este cea mai mare în raport cu anii anteriori. Expoziţii colective s-au aranjat de către R.S.F. Iugoslavia, Cuba şi R.P. Mongolă. R.P.R. prezintă un bogat material informativ. Toate ţările industriale capitaliste sînt prezente cu expoziţii de produse tehnice înaintate.

În consecinţă, se pune accent pe produsele cele mai înaintate ale tehnicii moderne. R.D.G. contribuie printr-un sortiment bogat de exponate la ridicarea nivelului tehnico-ştiinţific. Electrotehnica se află între acestea la loc de frunte. Se expun şi se oferă în domeniul electrotehnic, pe lîngă seriile unitare de maşini normale, pînă la cele mai mari puteri, multe maşini speciale pentru acţionări pretenţioase, instalaţii automate de sudură electrică de călire şi topire prin inducţie, de galvanizare etc. În tehnica tensiunilor înalte se prezintă un sortiment complet de transformatoare, reductoare, aparate de conectare, descărcătoare. Se expun variate execuţii moderne de conducte, cabluri, între altele cabluri de telecomunicaţii pentru înaltă frecvenţă. De asemenea, instalaţii de conectare deschise şi capsulate, produse electroceramice de masă şi speciale, instalaţii electromedicale de înaltă calitate ; în fine, material diferit pentru instalaţii interioare de uz general, casnic, agricol.

Progresul remarcabil al electrotehnicii în R.D.G. este oglindit prin exponate, conferinţe, simpozioane, consfătuiri de presă etc. Producţia electrotehnică din R.D.G. a crescut în 1962 cu 14% şi această rată se va menţine şi în anul 1963.

Exportul în 1963 va fi de două ori mai mare decît în 1958. Jumătate din exponatele R.D.G. sînt construcţii noi sau reconstrucţii substanţiale.

Seria unitară de motoare YEM pînă la 100 kW cu gabarit deosebit de redus corespunde recomandărilor CEI, adoptate de C.A.E.R. Se prevede posibilitatea interşanjabilităţii pe plan mondial a motoarelor şi a elementelor constructive.

Întreprinderea TRO-Dresden expune un etaj al cascadei de transformatoare de încercare tip FPEO 2 400/600 de 2,25 MV comandată de R.A.U., unică din punctul de vedere al duratei de funcţionare, al volumului şi greutăţii specifice reduse.

Institutul Manfred von Ardenne a elaborat şi expune un cuptor cu cameră multiplă, încălzit prin radiaţii electronice, destinat a topi metale şi aliaje pure greu fuzibile sub vid, cu randament ridicat.

Fabricile VVB Elektroapparate expun un sortiment bogat de aparate de conectare, comandă, reglare şi măsură, apoi relee, redresoare etc., în execuţii noi, la un nivel tehnic mondial.

Fabricile VVB Telecomunicaţii arată, într-o expoziţie colectivă, produse noi sau reproiectate de o înaltă tehnicitate, între altele un electrometru cu condensator oscilant pentru măsurarea fără pierderi a curenţilor foarte mici, un osciograf tip 8 SO—4 cu opt bucle reconstruit pentru necesităţile laboratoarelor de cercetări, receptoare radio industriale de înaltă selectivitate şi constanţă în frecvenţă destinate în special navelor.

Se expun numeroase produse ale unor cooperative şi mici artizanate particulare de înaltă calitate şi precizie, contribuind împreună cu marile întreprinderi socialiste la ridicarea prestigiului R.D.G.

A.A

SCURTE ŞTIRI

1. **Încă un puternic turbogenerator.** La URES (Uzina Raională Electrică de Stat) Staro-Beşevskaia „V. I. Lenin" s-a terminat montarea şi s-a început rodajul unui puternic turbogenerator de o putere de 200 MW. Toate mecanismele automate, aparatele de măsură şi control funcţionează în mod corect. Acesta este al doilea bloc energetic construit aici în anul 1962. Cu darea lui în exploatare puterea uzinei va atinge 900 MW.

(Din „Pravda" nr. 358/24.XII.1962)

2. **Al zecelea agregat la Bratsk.** Constructorii UHE-Bratsk, au pus la 23 decembrie 1962 sub sarcină pe o linie de transport al zecelea agregat. Marele merit al montatorilor este că au montat ultimele agregate din acest an în 30—35 de zile.

Angajamentul constructorilor de a introduce în exploatare în anul 1962 şase din cele mai puternice unităţi din lume a fost îndeplinit. Puterea instalată a turbinelor în funcţiune în cadrul gigantului energetic de pe Angara este în prezent de 2 250 MW.

(Din „Pravda" nr. 358/24.XII.1962)

3. **Agregate noi.** La Uzina „Uralelektroapparat" s-a construit un hidrogenerator cu o putere de 150 MW, 100 rot/min — al doilea agregat-titan. Diametrul carcasei statorului este de 14,5 m, iar unitatea asamblată cîntăreşte circa 1 200 t.

Pentru UHE „Saratovskaia", de cădere mică, se construieşte un hidrogenerator de tip nou. 24 maşini de acest tip vor fi instalate la uzina de tip descoperit, care nu are sală de maşini.

În prezent constructorii de maşini caută să accelereze proiectarea şi construirea maşinilor puternice pentru celelalte construcţii mari energetice ale ţării.

(Din „Pravda" nr. 358/24.XII.1962)

4. **O turbină puternică de termoficare.** La 24 decembrie 1962 s-a dat în funcţiune la Uzina Termoelectrică din Minsk turbogeneratorul de termoficare de o putere de 100 MW.

S-a montat şi s-a dat de asemenea în funcţiune un cazan cu debitul de 420 t abur/h.

Prin intrarea în exploatare a acestui agregat de termoficare toate întreprinderile din capitala Bielorusiei se asigură integral cu abur industrial, iar clădirile de locuit — cu căldura necesară.

(Din „Pravda" nr. 359/25.XII.1962)

5. **Un singur turbogrup gigant produce mai multă energie decît toate uzinele electrice din Rusia ţaristă.** În anul expirat zeci de uzini electrice au primit turbine de abur puternice cu marca uzinei de turbine din Harkov. S-a livrat o turbină nouă de abur pentru 300 MW — una din cele mai puternice turbine cu un singur arbore în practica construcţiei de turbine cu abur pe plan internaţional. Într-un an un singur agregat de acest tip va produce mai multă energie electrică decît au produs toate uzinele electrice din Rusia ţaristă.

De altfel, turbina de 300 MW nu reprezintă limita. S-a elaborat proiectul tehnic al unei turbine cu un singur arbore de 500 MW. Prima turbină de acest fel va fi construită în anul 1964. În prezent se calculează şi se proiectează o turbină de abur cu un singur arbore de 750 MW. Se conturează, de ase-

menea, soluţia tehnică de creare a unui agregat într-adevăr uriaş de un milion şi jumătate kW, cu un singur arbore, adică două UHE „Dnieproghes" într-un agregat.

Efectul generalizării agregatelor de astfel de tipuri pentru economia naţională va fi foarte mare. Tocmai cu ajutorul turbogeneratoarelor de acest fel se vor soluţiona probleme de dezvoltare progresivă a energeticii. Aceste agregate vor constitui motoarele de bază ale uriaşelor uzine termoelectrice cu putere de 4—5 GW — construcţii demne de epoca comunismului.

(Din „Pravda" nr. 5/05.01.1963)

6. **Prima UHE de pe cascada fluviului Vahşa.** A intrat în funcţiune prima UHE de pe cascada fluviului Vahşa. S-au dat în exploatare şi au debitat energie două agregate cu o putere de cîte 35 MW fiecare. Puterea acestei uzine va atinge în final 210 MW cu producţia medie anuală a energiei de 1 100 milioane kWh. S-a construit în Tadjikistan prima linie de transport de energie cu tensiunea de 220 kV pe distanţa UHE principală — Duşanbe.

(Din „Pravda" nr. 20/20.01.1963)

7. **Avîntul uriaş al construcţiilor în U.R.S.S.** În cadrul construcţiilor de uzine electrice s-a dat în funcţiune în anul expirat circa 8,5 milioane kW — putere nouă instalată.

(Din „Pravda" nr. 26/26.01 1963)

8. **Noutăţi din lumea tehnicii.** La uzina „Talpod" din Krakow s-a instalat o linie automată pentru producţia rezistenţelor electrice. Un ansamblu al instalaţiei amplasat pe o suprafaţă de circa 20 m², pentru deservirea căruia sînt suficienţi trei muncitori, va produce anual circa 10 milioane bucăţi de diferite rezistenţe.

O asemenea producţie necesită pînă în prezent circa 70 muncitori. Instalaţia liniei de producţie efectuează 42 diferite operaţii tehnologice, de exemplu : lipire, tăiere, lăcuire, uscare, încleiere, încercare şi ambalare.

(Din „Elektrie" nr. 6/1962)

9. **A doua uzină electrică nucleară din India** va avea o putere de 200 MW şi va fi dată în exploatare la sfîrşitul anului 1967 sau la începutul anului 1968.

(Din „ETZ—B" nr. 23/1962. p. 636)

INVENŢII

CZ 621.317.334

Procedeu şi aparat de măsură a variaţiilor de impedanţă

Procedeele şi aparatele folosite pentru măsurarea impedanţei prezintă unele dezavantaje, ca :

— rezultatele măsurărilor influenţate în mare măsură ;

— sensibilitate redusă şi imposibilitatea urmăririi variaţiilor de impedanţă, datorită caracterului lor static de măsurare, şi

— procedeu insuficient de sensibil, care nu permite înscrierea continuă a variaţiilor celor doi parametri.

Pentru înlăturarea acestor dezavantaje, ing. Mihai Demetrescu, de la laboratorul de fiziologie al Institutului chimico-farmaceutic din Bucureşti, a conceput un aparat care permite urmărirea uşoară, în mod separat, a variaţiilor celor două componente ale impedanţei.

Procedeul şi aparatul de măsură a variaţiilor componentelor unei impedanţe prin urmărirea unui spot luminos pe un ecran oferă posibilitatea înregistrării lor dinamice.

Aparatul este destinat în special pentru măsurarea variaţiilor impedanţelor biologice, în studiul reflexelor parametrilor electrici pasivi ai ţesuturilor regiunilor periferice, mai ales în cercetările asupra activităţii nervoase superioare.

Procedeul se bazează pe principiul de a măsura, într-o punte electronică, diferenţa de tensiune dintre tensiunea la bornele impedanţei de măsurat, alimentată în curent constant, şi o tensiune de echilibrare, produsă de un echilibror şi care,

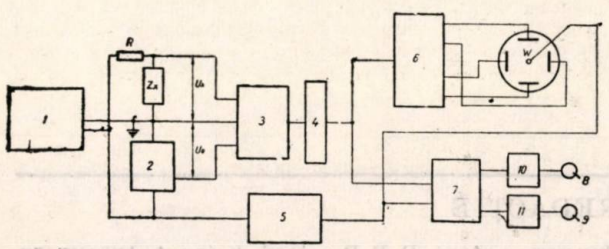


Fig. 1

prin reglajul elementelor sale, tinde să realizeze în mod independent, în anumite momente, condiţiile de echilibrare astfel încît, în raport cu aceste momente, să se obţină variaţia de tensiune.

Pentru urmărirea vizuală a variaţiilor de impedanţă se foloseşte un tub catodic, aplicîndu-se, pe cele două plăci de deviaţie orizontală şi verticală, două tensiuni proporţionale cu diferenţa de tensiune, care să producă deplasări de amplitudini egale spotului şi decalate între ele cu $\pi/2$, iar pe cilindrul Wehnelt al acestui tub catodic, o tensiune negativă care să stingă spotul luminos.

Peste această tensiune se suprapun impulsuri scurte pozitive, obţinute prin derivarea unei tensiuni dreptunghiulare în fază cu curentul, astfel încît proiecţiile punctului luminos pe cele două axe de coordonate ale ecranului să reprezinte, în fiecare moment, variaţiile impedanţei faţă de valoarea din momentul echilibrării.

Aparatul cuprinde următoarele organe principale : un generator *1*, un echilibror *2*, un amplificator diferenţial *3*,

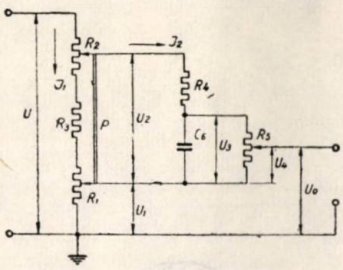


Fig. 2

un filtru *4*, un canal de impuls *5*, un amplificator final de tensiune *6* şi dispozitivul *7* de separare şi înscriere a celor două componente, rezistivă şi reactivă.

— Generatorul de oscilaţii sinusoidale *1*, de joasă frecvenţă (30—50 Hz), este constituit dintr-un oscilator de tipul RC, cu deplasare de fază, şi dintr-un separator.

— Echilibrorul *2*, prin reglajul a două potenţiometre, în mod independent unul de altul, realizează o variaţie a celor două componente, rezistivă R_0 şi reactivă X_0, ale tensiunii U_0 a echilibrorului, pentru a se obţine condiţia de echilibru $U_0 = U_x$.

La bornele echilibrorului este aplicată tensiunea U, obţinută la bornele separatorului şi care este în fază cu curentul constant I ; acesta străbate sistemul compus de impedanţa Z_x şi rezistenţa R, care are o valoare foarte mare faţă de Z_x.

Echilibrorul este constituit din rezistenţele potenţiometrice R_1 şi R_2, între care este conectată o rezistenţă fixă R_3.

La bornele potenţiometrului R_1 rezultă o tensiune $U_1 = I_1 K R_1$, în care K este un factor mai mic decît unitatea, depinzînd de poziţia cursorului potenţiometrului tensiune care reprezintă componenta rezistivă $R_0 I$ a tensiunii echilibrorului.

Potenţiometrul R_2 este identic cu potenţiometrul R_1 şi este cuplat mecanic cu acesta prin piesa p.

Tensiunea U_2 este aplicată sistemului constituit din rezistenţele R_4, potenţiometrul R_5 şi condensatorul C_6.

În serie cu rezistenţa R_4 este montat condensatorul C_6, a cărui reactanţă este foarte mică faţă de R_4.

— Amplificatorul diferenţial *3* — care amplifică diferenţa de tensiune $\Delta U = U_x - U_0$, aşa încît să nu se influenţeze una pe alta — este constituit dintr-un montaj de tuburi electronice şi rezistenţe.

— Amplificatorul cu filtru trece-bandă *4*, poate fi montat în mod facultativ cu scopul de a elimina paraziţii produşi de cîmpurile electrice şi magnetice, care ar putea să influenţeze asupra ţesutului studiat şi, în special, paraziţii proveniţi de la reţeaua de 50 Hz.

Acest filtru este constituit din două tuburi electronice, într-un montaj în dublu T.

— Canalul de impuls *5* produce impulsuri scurte în momentul în care tensiunea U trece prin valoarea zero, transformînd tensiunea sinusoidală U în tensiune rectangulară, cu ajutorul unui tub triodă—heptodă montat ca dublă triodă fără negativare; tensiunea rectangulară obţinută este apoi derivată cu ajutorul unui montaj conţinînd un condensator şi o rezistenţă.

— Amplificatorul final de tensiune *6* furnizează cele două tensiuni difazate între ele la $\pi/2$, avînd o amplitudine suficientă pentru a baleia ecranul tubului catodic, şi este constituit din două tuburi de putere, dintre care unul atacat direct de tensiune ΔU produce tensiunea care se aplică plăcilor de deflexie verticală, iar celălalt este atacat de tensiunea obţinută de la primul tub, după ce a fost în prealabil atenuată şi difazată cu $\pi/2$, cu ajutorul unui montaj de rezistenţe şi condensatoare. Tensiunea obţinută este aplicată pe plăcile de deflexie orizontală ale tubului catodic.

— În cazul cînd se face şi înscrierea dinamică a variaţiei celor două componente ale imepdanţei Z_x, se foloseşte un dispozitiv *7* de separare a celor două componente, rezistivă şi reactivă, ale variaţiilor de tensiune ΔU, în vederea aplicării lor la două inscriptoare mecanice *8* şi *9*. Dispozitivul este constituit din două tuburi, la grilele cărora se aplică tensiunile luate de la grilele celor două tuburi ale amplificatorului final de tensiune *6*, după ce au fost trecute printr-un montaj de condensatoare şi rezistenţe de reglaj. Impulsurile rezultate sînt amplificate, prin două tuburi de putere *10* şi *11*, şi amplificate celor două inscriptoare mecanice corespunzînd componentelor, rezistivă şi reactivă, ale tensiunii.

Procedeul şi aparatul de măsură a variaţiilor de impedanţă prezintă avantajul de a permite, printr-un reglaj rapid şi precis, urmărirea optică şi, eventual, înregistrarea grafică a celor două componente, rezistivă şi reactivă, ale variaţiilor unei impedanţe.

MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PC. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU, redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN; — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 071149 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti, Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 1120.

SOMMAIRE

CD 621.3.016.23

Nedelcu, V. N. : **La puissance apparente complexe instantanée des systèmes sinusoïdaux.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

Après avoir montré quelques aspects insuffisament précisés de la théorie classique de la puissance apparente et réactive des systèmes sinusoïdaux monophasés, l'auteur définit la grandeur „puissance apparente complexe instantanée" des systèmes monophasés (9, 10) relevant la liaison entre cette grandeur et la puissance instantanée (8), la puissance réactive instantanée (11) , la puissance complexe apparente (15), la puissance apparente complexe instantanée fluctuante (17). Il precise également que le signe des puissances active et réactive, moyenne ou instantanée, résulte d'une manière univoque en fonction du déphasage entre les phaseurs complexes de tension et de courant, en considérant les grandeurs complexes conjuguées $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectivement $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$; par conséquent, le problème du signe de la puissance active et réactive, associé à l'expression de la puissance apparente complexe, ne se pose pas.

CD 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C. Toma, Gh. et *Năzdrăvan, I.* : **Les prémisses techniques et économiques considérées pour réaliser les séries des transformateurs à tôle laminée à froid de 6,3—80 MVA et 110 kV.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Les auteurs présentent les résultats du calcul technique et économique et les éléments nouveaux dans la construction des nouvelles séries des transformateurs de 110 kV.

CD 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I. : **Essai des fusibles à haute tension et de grande puissance en circuit oscillant.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

L'article décrit le circuit oscillant pour l'essai du pouvoir de coupure des fusibles à haute tension, circuit obtenu après avoir fait l'analyse critique de quelques autres circuits. On décrit également les phénomènes physiques qui apparaissent dans le circuit oscillant à l'essai des fusibles. Ces phénomènes sont équivalents aux phénomènes physiques qui apparaissent dans les mêmes conditions d'essai dans les réseaux ou dans les laboratoires prévus avec des générateurs de choc. L'auteur conclut qu'on peut faire dans de bonnes conditions l'essai des fusibles à haute tension par circuit oscillant réalisant ainsi d'importantes économies.

CD 621.352 32.011.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. et *Năslase, C.* : **Batteries galvaniques à caractéristiques supérieures, fabriquées à l'aide de différentes sortes de bioxyde de manganèse à haute activité.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Les différentes sortes de bioxyde de manganèse les plus actives peuvent être utilisées avec succès comme principal composant du dépolarisant des batteries du type Zn—MnO . La solution décrite a été adoptée après avoir étudié la corrélation entre l'activité et la structure des matériaux, le rapport C/MnO_2 du dépolarisant ainsi que les caractéristiques électriques des batteries galvaniques de 4,5 V. L'article indique les données expérimentales concernant l'utilisation du minerai roumain à oxydes de manganèse, ayant 60—65 % MnO_2 et le coefficient d'activité 60—85 cm^3 N_2, à l'aide duquel on a obtenu les batteries à caractéristiques supérieures. On présente également les performances réalisées en utilisant comme principal composant du dépolarisant le bioxyde de manganèse artificiel.

COMPTES RENDUS, 150—151
ENTRAITS, 151—152
CHRONIQUE, 153—158
BREVES NOUVELLES, 158
INVENTIONS, 159—160

CONTENTS

DC 621.3.016.23

Nedelcu. V. N. : **Instantaneous complex apparent power of sinusoidal systems**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

After pointing out some insufficiently precised aspects of classical theory of apparent and of reactive power in single-phase sinusoidal systems, the author defines the notion of „instantaneous complex apparent power" in single-phase systems (9, 10) and underlines the relation between this quantities and the instantaneous power (8), the reactive instantaneous power (11), the apparent complex power (15), the fluctuating instantaneous complex apparent power (17). He also shows that the sign of active and reactive power, instantaneous or medium, results by one to one correspondence in function of phase shift between complex voltage and current phase shifters by considering complex conjugate values $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectively $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$, it results that the so-called problem of the active and reactive power sign which is associated to the expression of complex apparent power, is not justified.

DC 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. and *Năzdrăvan, I.* : **Technical and economical premises considered in the manufacture of transformator series from 6,3 to 80 MVA, when using cold rolled sheet.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

The article presents the results of the technical and economical calculation and the new elements in the manufacture of transformator series, 110 kV.

DC 621.316.923.2.027.6 :621.317 382.064.3

Marinescu, I. : **Testing high voltage, high rated current fuses in an oscillatory circuit.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

The author discusses an oscillating circuit suggested for testing the interrupting capacity of high voltage fuses. This circuit was used after a critical analysis of some other circuits. The author continues by showing physical phenomena appearing in the oscillatory circuit when testing the fuses and their equivalence with physical phenomena which appear in the same testing conditions in networks or laboratories equipped with impulse generators. The results confirm the fact that high voltage fuses can be tested in favourable conditions in an oscillatory circuit realising at the same time important economies.

DC 621.352.32.001.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. and *Năslase, C.* : **Galvanic batteries manufactured using highly active manganese dioxide.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

The authors present the solution considered at the basis of the most active manganese dioxide types that may be used as principal components for the depolarizer of batteries Zn—MnO2. This solution result after studying the correlation between the activity and the structure of the materials, the relation C/MnO2 in the depolarizer and the electric characteristics of 4,5 V galvanic batteries. Some experimental data on the utilization of rumanian manganese ore, with 60—65 % MnO2 and an activity index of 60—85 cm^3 N2, are also mentioned as by using this ore batteries with superior characteristics were obtained. The authors point out the performances realised by applying this solution to artificial manganese dioxide as principal component of the depolarizer.

REVIEWS, 150—151
ABSTRACTS, 151—152
CRONICLE, 153—158
BRIEF NEWS, 158
PATENTS, 159—160

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3 ELECTROTEHNICĂ GENERALĂ

CZ 621.3.049.75

Herry, J.

Un nou procedeu industrial pentru realizarea circuitelor imprimate. În : Electron. Ind., nr. 54, iunie 1962, p. 226—227.

CZ 621.3.045.048

Foerster, J. A.

Mărimi caracteristice pentru bobine încapsulate. In : Electro-Technol., **69**, nr. 3, 1962, p. 118—121, 4 fig., 3 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.047.2.004

Piskunov, S. A.

Probleme privitoare la exploatarea colectoarelor maşinilor electrice. În : Prom. energhetika, **17**, nr. 5, mai 1962, p. 6—9, 1 fig. 1 tabl., 7 ref. bibl.

CZ 621.313.17.049.75

Moressee, G.

Maşini electrice rotative cu întrefier axial şi bobinaje lamelare. În : Ing. Autom., **35**, nr. 7, iulie 1962, p. 397—408, 21 fig., 4 tabl.

CZ 621.313.823.5

Tsatsenkin, K. V. şi *Ivobotenko, A. B.*

Despre dinamica motoarelor electrice pas cu pas. In : Elektricestvo, **82**, nr. 9, sept. 1962, p. 67—72, 5 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI

CZ 621.314.21 :537.312.62

Gasser, F.

Transformatoare de putere cu supraconductoare. În : STZ, **59**, nr. 19, 10 mai 1962, p. 399—404. 7 fig.

CZ 621.314.224.8

Hanus, J.

Aprecierea eficienţei economice a compensării erorilor la un transformator de curent. În : Elektrotechn. OBZ, **51**, nr. 6, iunie 1962, p. 266—276, 10 fig. 5 tabl., 8 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8 :621.3.048.1

Zalewski, J.

Izolaţiile transformatoarelor de curent pentru tensiunile 200 şi 400 kV. În : Przegl. Elektrotechn., **38**, nr. 7, iulie, 1962, p. 273—281, 15 fig., 2 tabl., 17 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8 : 621.365.2

Starczakow, W.

Proiectarea circuitelor magnetice ale transformatoarelor de curent pentru cuptoarele cu arc electric. În : Przegl. Elektrotechn., **38**, nr. 7, iulie 1962, p. 269—273, 7 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8.024

Krauss, H.

Noi transformatoare de măsură pentru curent continuu. În : Elektrotechn. Z. (ETZ-B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 457—461, 9 fig., 14 ref. bibl.

CZ 621.314.63 :621.335.2

Zavadski, Iu. E. şi *Karelov, E. O.*

Protecţia instalaţiilor redresoare cu siliciu în materialul electric rulant. În : Vestn. Elektroprom, **33**, nr. 9, sept. 1962, p. 34—37, 6 fig.

CZ 621.314.634.072.3 :697.946

Weber, J. şi *Gütz, F. G.*

Agregate redresoare de înaltă tensiune pentru filtre electrice. În : Siemens Z., **36**, nr. 4, apr. 1962, p. 258—269, 5 fig.

CZ 621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE. LINII CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.611 :621.317.333 :621.3.029.6

Mironiţki, D. I. şi *Dubrovin, V. F.*

Bănc pentru măsurarea prin unde de înaltă frecvenţă a unor proprietăţi ale materialelor dielectrice în spaţiu liber. În : Priborî i tehniko eksperimenta, **7**, nr. 3, mai-iun. 1962, p. 162—173, 14 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.315.612.2 :666.593

Bzuzec, B.

Porţelanul cu pierderi dielectrice mici ca material pentru producerea rezistenţelor de precizie. In : Sklar a Keram., **12**, nr. 7, iulie 1962, p. 213—216, 4 fig. , 1 tabl., 8 ref. bibl.

CZ 621.315.684 :621.316.99

Baer, K. W.

Dispozitive de puneri la pământ şi de scurtcircuitare pentru instalaţiile de înaltă tensiune. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, 11 fig., 2 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAŢIE. INTRERUPTOARE. DISPOZITIVE DE PROTECŢIE

CZ 621.316.174.025.3 :629.123.4.066

Kosack, H. J. şi *Volgler W.*

Progrese în tehnica curentului trifazat pentru navele de mărfuri. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B, **14**, nr. 21, 15 oct. 1962, p. 582—587, 12 fig., 2 tabl., 1 ref. bibl.

CZ 621.316.37 :621.315.592

Man, H. Y.

Conectarea fără contacte. În : Elektrie, **16**, nr. 5, mai 1962, p. 146—149, 5 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.316.57.064.26

Andreev, D. V. şi *Tulina, A. M.*

Deconectarea curentului continuu cu întreruptor cu vid în scheme de condensare. În : Vestn. Elektroprom., **33**, nr. 9, sept. 1962, p. 40—44, 6 fig., 2 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.316.925.42/43

Kemmer, A.

Dispozitive de protecţie pentru instalaţiile electrice. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 18, 3 sept. 1962, p. 481—482, 6 fig., 2 ref. bibl.

CZ 621.316.933 :621.316.13.027.2.048

Wuger, H,

Introducere la „Reguli şi recomandări" pentru dimensionarea şi coordonarea izolaţiei instalaţiilor de curent alternativ de joasă tensiune. In : Bull. A.S.E., **53**, nr. 9, 5 mai 1962, p. 441—442.

CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR. BOBINE. RELEE

CZ 621.318.2.004.12

Vial, H.

Asupra stabilităţii magneţilor permanenţi. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 467—468, 2 fig.

CZ 621.318.562.7 : 621.316.825.4

Meyer-Hartwig, E.

Noi dispozitive de întîrziere electronice de cuplaj pentru contactoare. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 465—467, 8 fig., 4 ref. bibl.

SOMMAIRE

CD 621.3.016.23

Nedelcu, V. N. : **La puissance apparente complexe instantanée des systèmes sinusoïdaux.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

Après avoir montré quelques aspects insuffisament précisés de la théorie classique de la puissance apparente et réactive des systèmes sinusoïdaux monophasés, l'auteur définit la grandeur „puissance apparente complexe instantanée" des systèmes monophasés (9, 10) relevant la liaison entre cette grandeur et la puissance instantanée (8), la puissance réactive instantanée (11) , la puissance complexe apparente (15), la puissance apparente complexe instantanée fluctuante (17). Il precise également que le signe des puissances active et réactive, moyenne ou instantanée, résulte d'une manière univoque en fonction du déphasage entre les phaseurs complexes de tension et de courant, en considérant les grandeurs complexes conjuguées $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectivement $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$; par conséquent, le problème du signe de la puissance active et réactive, associé à l'expression de la puissance apparente complexe, ne se pose pas.

CD 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C. Toma, Gh. et *Năzdrăvan, I.* : **Les prémisses techniques et économiques considérées pour réaliser les séries des transformateurs à tôle laminée à froid de 6,3—80 MVA et 110 kV.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

Les auteurs présentent les résultats du calcul technique et économique et les éléments nouveaux dans la construction des nouvelles séries des transformateurs de 110 kV.

CD 621.316.923.2.027.6 :621.317.382.064.3

Marinescu, I. : **Essai des fusibles à haute tension et de grande puissance en circuit oscillant.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

L'article décrit le circuit oscillant pour l'essai du pouvoir de coupure des fusibles à haute tension, circuit obtenu après avoir fait l'analyse critique de quelques autres circuits. On décrit également les phénomènes physiques qui apparaissent dans le circuit oscillant à l'essai des fusibles. Ces phénomènes sont équivalents aux phénomènes physiques qui apparaissent dans les mêmes conditions d'essai dans les réseaux ou dans les laboratoires prévus avec des générateurs de choc. L'auteur conclut qu'on peut faire dans de bonnes conditions l'essai des fusibles à haute tension par circuit oscillant réalisant ainsi d'importantes économies.

CD 621.352 32.011.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. et *Năstase, C.* : **Batteries galvaniques à caractéristiques supérieures, fabriquées à l'aide de différentes sortes de bioxyde de manganèse à haute activité.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

Les différentes sortes de bioxyde de manganèse les plus actives peuvent être utilisées avec succès comme principal composant du dépolarisant des batteries du type Zn—MnO . La solution décrite a été adoptée après avoir étudié la corrélation entre l'activité et la structure des matériaux, le rapport C/MnO_2 du dépolarisant ainsi que les caractéristiques électriques des batteries galvaniques de 4,5 V. L'article indique les données expérimentales concernant l'utilisation du minerai roumain à oxydes de manganèse, ayant 60—65 % MnO_2 et le coefficient d'activité 60—85 cm^3 N_2, à l'aide duquel on a obtenu les batteries à caractéristiques supérieures. On présente également les performances réalisées en utilisant comme principal composant du dépolarisant le bioxyde de manganèse artificiel.

COMPTES RENDUS, 150—151
ENTRAITS, 151—152
CHRONIQUE, 153—158
BREVES NOUVELLES, 158
INVENTIONS, 159—160

CONTENTS

DC 621.3.016.23

Nedelcu. V. N. : **Instantaneous complex apparent power of sinusoidal systems**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 121—124

After pointing out some insufficiently precised aspects of classical theory of apparent and of reactive power in single-phase sinusoidal systems, the author defines the notion of „instantaneous complex apparent power" in single-phase systems (9, 10) and underlines the relation between this quantities and the instantaneous power (8), the reactive instantaneous power (11), the apparent complex power (15), the fluctuating instantaneous complex apparent power (17). He also shows that the sign of active and reactive power, instantaneous or medium, results by one to one correspondence in function of phase shift between complex voltage and current phase shifters by considering complex conjugate values $\dot{S}$, $\dot{S}^*$, respectively $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$, it results that the so-called problem of the active and reactive power sign which is associated to the expression of complex apparent power, is not justified.

DC 621.314.2.002.2 :621.312

Rădulescu, C., Toma, Gh. and *Năzdrăvan, I.* : **Technical and economical premises considered in the manufacture of transformator series from 6,3 to 80 MVA, when using cold rolled sheet.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 125—136

The article presents the results of the technical and economical calculation and the new elements in the manufacture of transformator series, 110 kV.

DC 621.316.923.2.027.6 :621.317 382.064.3

Marinescu, I. : **Testing high voltage, high rated current fuses in an oscillatory circuit.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 136—140

The author discusses an oscillating circuit suggested for testing the interrupting capacity of high voltage fuses. This circuit was used after a critical analysis of some other circuits. The author continues by showing physical phenomena appearing in the oscillatory circuit when testing the fuses and their equivalence with physical phenomena which appear in the same testing conditions in networks or laboratories equipped with impulse generators. The results confirm the fact that high voltage fuses can be tested in favourable conditions in an oscillatory circuit realising at the same time important economies.

DC 621.352.32.001.5(498)

Barosu, M., Sudreşan, S. and *Năstase, C.* : **Galvanic batteries manufactured using highly active manganese dioxide.**

Electrotehnica, **11** (1963) 4, 141—149

The authors present the solution considered at the basis of the most active manganese dioxide types that may be used as principal components for the depolarizer of batteries Zn—MnO2. This solution result after studying the correlation between the activity and the structure of the materials, the relation C/MnO2 in the depolarizer and the electric characteristics of 4,5 V galvanic batteries. Some experimental data on the utilization of rumanian manganese ore, with 60—65 % MnO2 and an activity index of 60—85 cm^3 N2, are also mentioned as by using this ore batteries with superior characteristics were obtained. The authors point out the performances realised by applying this solution to artificial manganese dioxide as principal component of the depolarizer.

REVIEWS, 150—151
ABSTRACTS, 151—152
CRONICLE, 153—158
BRIEF NEWS, 158
PATENTS, 159—160

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3 ELECTROTEHNICĂ GENERALĂ

CZ 621.3.049.75

Herry, J.

Un nou procedeu industrial pentru realizarea circuitelor imprimate. În : Electron. Ind., nr. 54, iunie 1962, p. 226—227.

CZ 621.3.045.048

Foerster, J. A.

Mărimi caracteristice pentru bobine încapsulate. In : Electro-Technol., **69**, nr. 3, 1962, p. 118—121, 4 fig., 3 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.047.2.004

Piskunov, S. A.

Probleme privitoare la exploatarea colectoarelor maşinilor electrice. În : Prom. energhetika, **17**, nr. 5, mai 1962, p. 6—9, 1 fig. 1 tabl., 7 ref. bibl.

CZ 621.313.17.049.75

Moressee, G.

Maşini electrice rotative cu întrefier axial şi bobinaje lamelare. În : Ing. Autom., **35**, nr. 7, iulie 1962, p. 397—408, 21 fig., 4 tabl.

CZ 621.313.823.5

Tsatsenkin, K. V. şi *Ivobotenko, A. B.*

Despre dinamica motoarelor electrice pas cu pas. In : Elektricestvo, **82**, nr. 9, sept. 1962, p. 67—72, 5 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI

CZ 621.314.21 :537.312.62

Gasser, F.

Transformatoare de putere cu supraconductoare. În : STZ, **59**, nr. 19, 10 mai 1962, p. 399—404. 7 fig.

CZ 621.314.224.8

Hanus, J.

Aprecierea eficienţei economice a compensării erorilor la un transformator de curent. În : Elektrotechn. OBZ, **51**, nr. 6, iunie 1962, p. 266—276, 10 fig. 5 tabl., 8 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8 :621.3.048.1

Zalewski, J.

Izolaţiile transformatoarelor de curent pentru tensiunile 200 şi 400 kV. În : Przegl. Elektrotechn., **38**, nr. 7, iulie, 1962, p. 273—281, 15 fig., 2 tabl., 17 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8 : 621.365.2

Starczakow, W.

Proiectarea circuitelor magnetice ale transformatoarelor de curent pentru cuptoarele cu arc electric. În : Przegl. Elektrotechn., **38**, nr. 7, iulie 1962, p. 269—273, 7 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.224.8.024

Krauss, H.

Noi transformatoare de măsură pentru curent continuu. În : Elektrotechn. Z. (ETZ-B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 457—461, 9 fig., 14 ref. bibl.

CZ 621.314.63 :621.335.2

Zavadski, Iu. E. şi *Karelov, E. O.*

Protecţia instalaţiilor redresoare cu siliciu în materialul electric rulant. În : Vestn. Elektroprom, **33**, nr. 9, sept. 1962, p. 34—37, 6 fig.

CZ 621.314.634.072.3 :697.946

Weber, J. şi *Gütz, F. G.*

Agregate redresoare de înaltă tensiune pentru filtre electrice. În : Siemens Z., **36**, nr. 4, apr. 1962, p. 258—269, 5 fig.

CZ 621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE. LINII CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.611 :621.317.333 :621.3.029.6

Mironiţki, D. I. şi *Dubrovin, V. F.*

Bancpentru măsurarea prin unde de înaltă frecvenţă a unor proprietăţi ale materialelor dielectrice în spaţiu liber. În : Priborî i tehniko eksperimenta, **7**, nr. 3, mai-iun. 1962, p. 162—173, 14 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.315.612.2 :666.593

Bzuzec, B.

Porţelanul cu pierderi dielectrice mici ca material pentru producerea rezistenţelor de precizie. In : Sklar a Keram., **12**, nr. 7, iulie 1962, p. 213—216, 4 fig. , 1 tabl., 8 ref. bibl.

CZ 621.315.684 :621.316.99

Baer, K. W.

Dispozitive de puneri la pământ şi de scurtcircuitare pentru instalaţiile de înaltă tensiune. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, 11 fig., 2 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAŢIE. INTRERUPTOARE. DISPOZITIVE DE PROTECŢIE

CZ 621.316.174.025.3 :629.123.4.066

Kosack, H. J. şi *Volgler W.*

Progrese în tehnica curentului trifazat pentru navele de mărfuri. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B, **14**, nr. 21, 15 oct. 1962, p. 582—587, 12 fig., 2 tabl., 1 ref. bibl.

CZ 621.316.37 :621.315.592

Man, H. Y.

Conectarea fără contacte. În : Elektrie, **16**, nr. 5, mai 1962, p. 146—149, 5 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.316.57.064.26

Andreev, D. V. şi *Tulina, A. M.*

Deconectarea curentului continuu cu întreruptor cu vid în scheme de condensare. În : Vestn. Elektroprom., **33**, nr. 9, sept. 1962, p. 40—44, 6 fig., 2 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.316.925.42/43

Kemmer, A.

Dispozitive de protecţie pentru instalaţiile electrice. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 18, 3 sept. 1962, p. 481—482, 6 fig., 2 ref. bibl.

CZ 621.316.933 :621.316.13.027.2.048

Wuger, H,

Introducere la „Reguli şi recomandări" pentru dimensionarea şi coordonarea izolaţiei instalaţiilor de curent alternativ de joasă tensiune. In : Bull. A.S.E., **53**, nr. 9, 5 mai 1962, p. 441—442.

CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR. BOBINE. RELEE

CZ 621.318.2.004.12

Vial, H.

Asupra stabilităţii magneţilor permanenţi. In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 467—468, 2 fig.

CZ 621.318.562.7 : 621.316.825.4

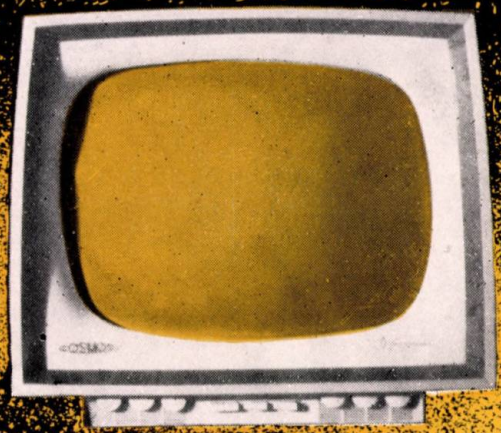
Meyer-Hartwig, E.

Noi dispozitive de întîrziere electronice de cuplaj pentru contactoare. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—B), **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 465—467, 8 fig., 4 ref. bibl.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 883

Electronica

COSMOS



azur

„COSMOS" – Televizor modern cu ecran mare avînd diagonala de 54 cm. Imagine de cea mai bună calitate datorită strălucirii ei deosebite. Înzestrat cu cele mai noi dispozitive de reglaj automat. Performanţe acustice remarcabile.

Televizorul este realizat cu cablaj imprimat.

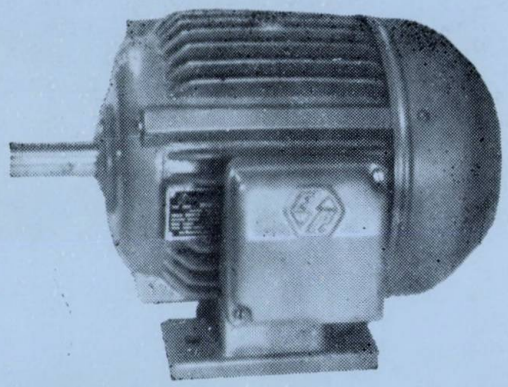
- comutator de canale cu 12 poziţii
- 18 tuburi electronice + 9 diode semiconductoare + 1 redresor cu seleniu
- 3 difuzoare

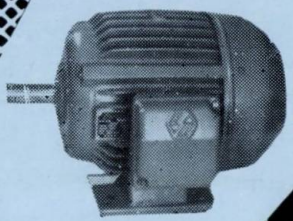
„AZUR" – Televizor cu circuite imprimate. Linie elegantă şi stabilitate remarcabilă în funcţionare. Imagine de înaltă calitate.

- comutator de canale cu 12 poziţii
- diagonala ecranului de 43 cm
- 16 tuburi electronice + 2 diode cu germaniu + 2 diode cu seleniu
- tensiunile de alimentare: 120 V şi 220 V.

UZINA
ELECTROPRECIZIA

SĂCELE – REGIUNEA BRAŞOV





Produce un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate cu rotor în scurtcircuit, pentru puteri de la 0,6 la 13 kW şi cu turaţii de la 750 la 3 000 rot/min, precum şi echipament electric pentru tractoare şi maşini auto

Electronica

Uzinele „ELECTRONICA" str. Baicului nr. 82, realizează următoarele produse de electronică industrială:

◆ **UMIDOMETRE** tranzistorizate destinate măsurării umidității produselor agricole;

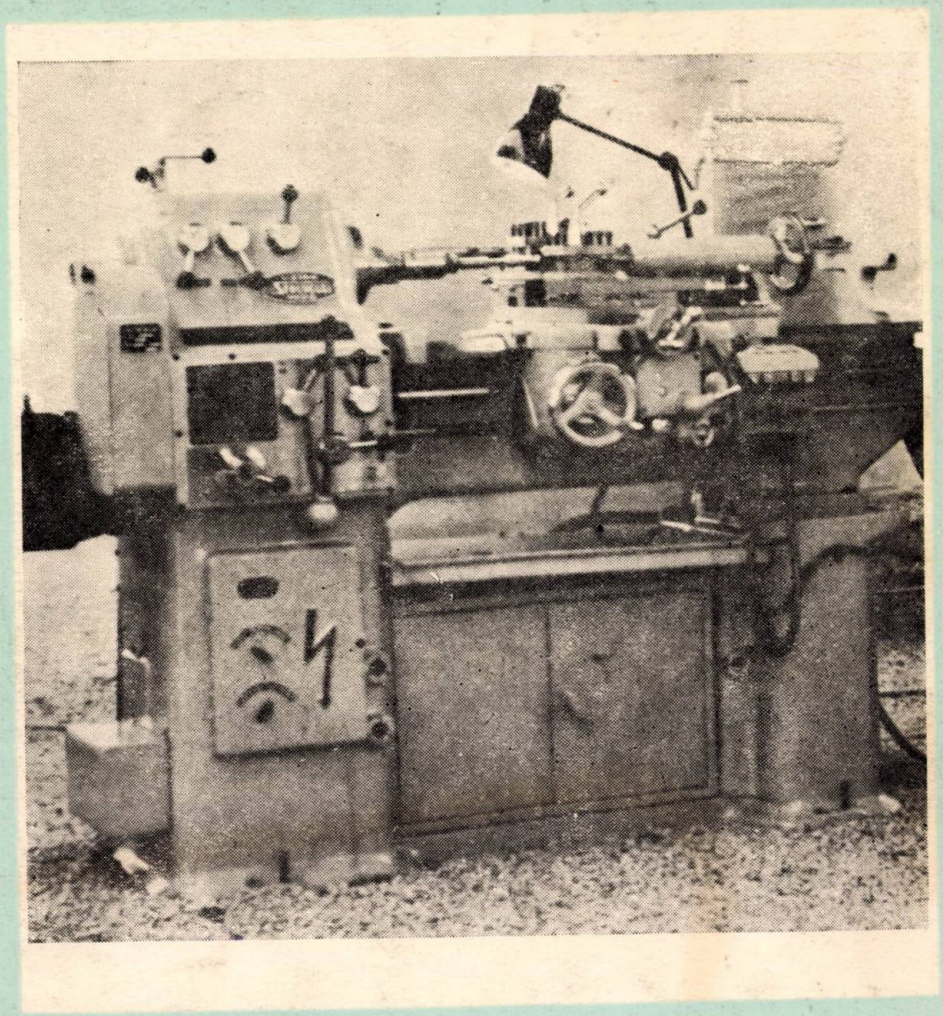
◆ Amplificatoare de audiofrecvență cu putere nominală la ieșire de 10 W, 20 W, 250 W și 500 W, destinate amplificării transmisiunii de la microfon, radio, magnetofon pentru centre de radioficare din întreprinderi și instituții;

◆ Generator de I. F. capacitiv cu 5 kW putere nominală la ieșire, utilizat în industria mobilei.

În curs de punere în fabricație:

◆ Releu electronic temporizat;

◆ Nivostat capacitiv

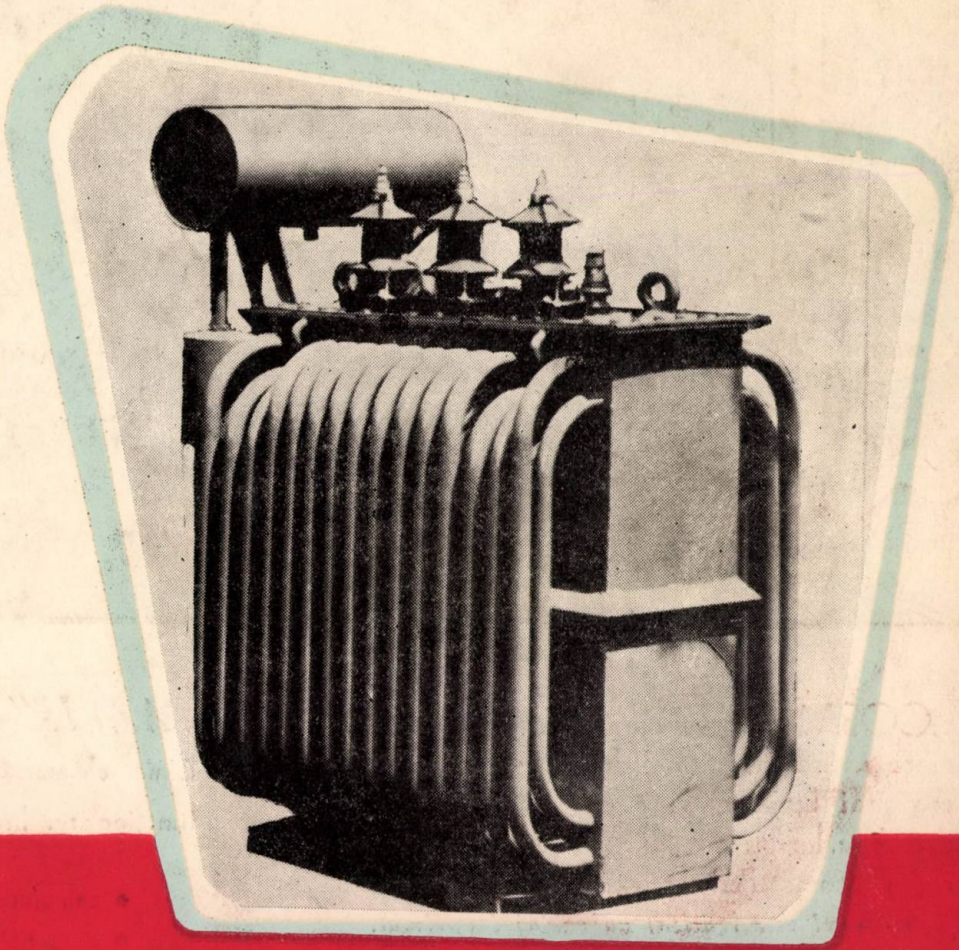


I. P. 2. e. 1120

E 2040

R

ELECTROTEHNICA

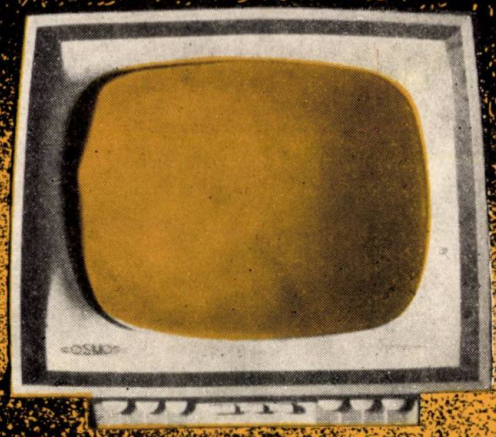


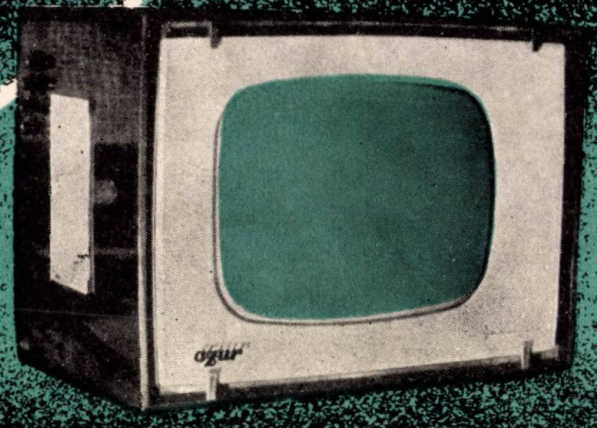
5

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 5 ★ p. 161—200 ★ mai 1963

Electronica

COSMOS





azur

„COSMOS" – Televizor modern cu ecran mare avînd diagonala de 54 cm. Imagine de cea mai bună calitate datorită strălucirii ei deosebite. Înzestrat cu cele mai noi dispozitive de reglaj automat. Performanțe acustice remarcabile.

Televizorul este realizat cu cablaj imprimat.

- comutator de canale cu 12 poziții
- 18 tuburi electronice + 9 diode semiconductoare + 1 redresor cu seleniu
- 3 difuzoare

„AZUR" – Televizor cu circuite imprimate. Linie elegantă și stabilitate remarcabilă în funcționare. Imagine de înaltă calitate.

- comutator de canale cu 12 poziții
- diagonala ecranului de 43 cm
- 16 tuburi electronice + 2 diode cu germaniu + 2 diode cu seleniu
- tensiunile de alimentare: 120 V și 220 V.

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 5 mai 1963

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

CZ 621.3.016.313

Nedelcu, V. N. : **Cu privire la definiția puterii de asimetrie.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 5, p. 161–163

Dacă între un circuit anumit și rețeaua la care este cuplat are loc un schimb de putere fluctuantă nu se poate vorbi de „puterea de asimetrie", cum se interpretează în [1]. Pentru a demonstra acest lucru se folosește noțiunea de „putere" aparentă complexă instantanee", introdusă în [2]. Se deduce condiția de existență a puterii de asimetrie, exprimată prin relația [20].

CZ 621.3.011.1 : 538.521

Țugulea, A. și *Mastero, S.* : **Cu privire la tratarea unor probleme de inducție electromagnetică.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 5, p. 163—172

Se combat unele critici aduse teoriei lui Maxwell, arătîndu-se că aplicarea ei consecventă nu duce la paradoxuri. Se arată că în electrodinamica mediilor mobile trebuie utilizată teoria lui Maxwell-Hertz. Pentru ilustrare se tratează corect cîteva exemple de conducție electromagnetică care au suscitat discuții în literatură. Se arată inconsistența echivalenței curentului de conducție și a celui de convecție în ce privește acțiunile ponderomotoare, remarcîndu-se lipsa de conținut fizic a formulelor de tip Biot-Savart-Laplace pentru elemente de curent.

CZ 621.313.33 : 621.824

Nistor, Al. și *Cotta, Al.* : **Prelucrarea modernă a arborilor mașinilor electrice de gabarit 3—10 în linie tehnologică.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 5, p. 173—180

Se examinează gama operațiilor de prelucrare modernă a arborilor mașinilor electrice stabilită în condițiile satisfacerii cerințelor de calitate și productivitate, necesarului de mașini-unelte, amplasării lor în flux și deservirii mașinilor-unelte cu mijloace de ridicare.

CZ 621.317.333.82.621,313.

Cleja, V. și *Vascan, T.* : **Generator de impulsuri repetate pentru studiul comportării la impuls și defectoscopia mașinilor electrice rotative.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 5, p. 180—188

Cu ajutorul generatorului de impulsuri repetate se efectuează în condiții optime studiul repartiției tensiunii de impuls pe înfășurările mașinilor electrice, pentru stabilirea unei metode de încercare a rigidității lor la unda de impuls. Se descriu generatorul de impulsuri repetate bicanal de 10 kV construit la ICET, precum și criteriile care au stat la baza alegerii parametrilor aparatului.

PENTRU TÎNĂRUL INGINER

CZ 621.313.2.047.24

Lică, V. și *Iruncă, M.* : **Conuri izolante din solzi de micanită pentru colectoarele mașinilor electrice rotative.**

Electrotehnia, *11* (1963), nr. 5 p. 188—194

Se expun formulele de calcul pentru determinarea dimensiunilor solzilor după care se arată tehnologia de fabricație precum și unele rezultate obținute în realizarea conurilor izolante.

RECENZII, 194–196

REFERATE, 196–199

INVENȚII, 199–200

Fotografia de pe coperta I reprezintă un transformator trifazat de forță în ulei tip TTUE 200/10/0,4;

200 kVA; 10 000/400/231 V. $Y_{y_0} - O$; $U_k = 4\%$

reglaj ± 5%, $P_o = 1\,075$ W; $P_k = 4\,800$ W,

iar fotografia de pe coperta IV reprezintă un autotransformator monofazat reglabil tip ATR–8, reglabil continnu 0–240 V; alimentare 120 și 220 V; 8 A 1/2 h; rotativ, cu rolă de cărbune.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.3.016.313

Nedelcu, V. N.: **К определению мощности несиметрии.**
Electrotehnica, 11 (1963), № 5, стр. 161–163

Между контуром фиг. 1 и сетью, к которой он приключен, происходит обмен колебательной мощности. В этом случае не может быть речи о „мощности несимметрии", как это толкуется в (1). Для доказательства применяется понятие о „мгновенной комплексной кажущейся мощности", введенное в (2). Выводится условие наличия мощности несимметрии, выражаемое соотношением (20).

ДК 621.3.011.1 : 538.521

Tugulea, A. и *Mastero, S.*: **Трактовке некоторых задач по электромагнитной индукции.**
Electrotehnica, 11 (1963), № 5, стр. 163–172

Авторы высказываются против критики теории Максвелла, показывая, что последовательное применение последней не приводит к парадоксам. Указывается, что в электродинамике движущихся сред следует пользоваться теорией Максвелло-Герца. Для иллюстрации приводится правильная трактовка некоторых примеров электромагнитной индукции, вызвавшие дискуссии в литературе. Показывается также несостоятельность эквивалирования тока проводимости с током переноса в отношении пондеромоторных действий, причем отмечается физическая бессодержательность формул типа Био-Савар-Лаплас для элементов тока.

ДК 621.313.33 : 621.824

Nistor, Al. и *Cotta, Al.*: **Современный способ обработки валов электромашин 3–10–го габаритов в поточной линии производства.**
Electrotehnica, 11 (1963), № 5, стр. 173–180

Рассматривается гамма операций современной обработки валов электромашин, установленной с учетом удовлетворения требований качества и производительности, а также необходимый комплект станков, их расположение в поточной линии и их обслуживание подъемными установками.

ДК 621.317.333.82 : 621.313

Cleja, V. и *Vascan, T.* **Генератор повторноимпульсного напряжения для изучения поведения при импульсе и дефектоскопия вращающихся электрических машин.**
Electrotehnica, 11 (1963) № 5 стр. 180–188

При помощи генераторов повторноимпульсного напряжения исследуют в оптимальных условиях распределение импульсного напряжения на обмотках электрических машин с целью определения метода испытания на импульсную прочность последних. Описывается двухканальный 10 кв-ый генератор повторноимпульсного напряжения, построенный в I.C.E.T.-е, и даются критерии, на которых основывался выбор параметров прибора.

ДЛЯ МОЛОДОГО ИНЖЕНЕРА

ДК 621.313.2.047.24

Lică, V. и *Iruncă, M.*: **Изолирующие конусы из миканитовой чешуи для коллекторов вращающихся электрических машин.**
Electrotehnica, 11 (1963) № 5, стр. 188—194

Излагаются расчетные формулы для определения размеров чешуи, после чего описывается технология производства и даются некоторые результаты, полученные при производстве изолирующих конусов.

РЕЦЕНЗИИ, 194–196
РЕФЕРАТЫХ, 196–199
ИЗОБРЕТЕНИЯ, 199–200

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3.016.313

Nedelcu, V. N.: **Zur Begriffsbestimmung der asymmetrischen Leistung.**

Electrotehnica, 11 (1963) H. 5, S. 161—163

In Falle von Schwingleistungsflüssen zwischen einem gewissen Kreis und dem damit verbundenen Netz kann nicht, wie in [1] gedeutet wird, von „asymmetrischer Leistung" gesprochen werden. Als Nachweis wird der in [2] eingeführte Begriff der „komplexen momentanen Scheinleistung" gebraucht. Die in Gleichung (20) ausgedrückten Existenzbedingungen der asymmetrischen Leistung werden erörtert.

DK 621.3.011.1 : 538.521

Tugulea, A. und *Mastero, S.*: **Zur Lösung einiger Fragen elektromagnetischer Induktion.**

Electrotehnica 11 (1963) H. 5, S. 163—172

Es werden gewisse der Maxwell-schen Theorie entgegengehaltene Kritiken mit dem Hinweis widerlegt, dass eine konsequente Anwendung der Theorie zu keinen Paradoxen führt. In der Elektrodynamik bewegter Medien sollte die Maxwell-Hertz-sche Theorie angewendet werden, wie aus der richtigen Lösung einiger im Schrifttum erörterter Fälle elektromagnetischer Induktion hervorgeht. Es wird die Unzulässigkeit einer Aequivalenz zwischen dem Leitungsstrom und dem Konvektionsstrom in Bezug auf ponderomotorischen Wirkungen aufgezeigt, wobei für einzelne Stromelemente der Mangel an physikalischem Inhalt von Formeln der Art von Biot-Savart-Laplace festgestellt wird.

DK 621.313.33 : 621.824

Nistor, Al. und *Cotta, Al.*: **Werkstattbearbeitung von Wellen elektrischer Maschinen in modernen Flussverfahren.**

Electrotehnica 11 (1963) H. 5, S. 173—180

Es werden die Qualität und Produktivität gewährleistenden modernen Bearbeitungsverfahren für Wellen von Elektromaschinen, die dafür erforderlichen Werkzeugmaschinen, deren Aufstellung im Fliessband sowie die Bedienung der Werkzeugmaschinen mit Hebezeugen untersucht.

DK 621.317.333.82 : 621.313

Cleja, V. und *Vascan, Th.*: **Generatoren für wiederhalte Impulse zur Untersuchung des Verhaltens elektrischer Maschinen bei Impulsen.**

Electrotehnica 11 (1963) H. 5, S. 180—188

Die Untersuchung der Verteilung von Impulsspannungen auf die Wicklungen elektrischer Maschinen zwecks Bestimmung eines Verfahrens für Widerstandsmessungen bei Impulswellen erfolgt in optimalen Bedingungen mit Hilfe von Generatoren für wiederholte Impulse. Es werden ein im Institut für elektrotechnische Forschungen entwickelter zwei-kanaliger Generator für wiederholte Impulse sowie die für die Wahl seiner Parameter gültigen Merkmale beschrieben.

FÜR DEN JUNGINGENIEUR

DK 621.313.2.047.24

Lică, V. und *Iruncă, M.*: **Isolierende Kegel aus Mikanitschuppen für Kollektoren elektrischer Maschinen.**

Electrotehnica 11 (1963) H. 5, S. 188—194

Es werden Formeln für die Berechung der Schuppengrössen, Erzeugungsverfahren sowie gewisse Ergebnisse der isolierenden Kegel dargestellt.

BUCHBESPRECHUNGEN, p. 194—196

REFERATE, 196—199

ERFINDUNGEN, 199—200

MŰSZAKI EGYETEM KÖNYVTÁRA ORSZÁGOS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Anul 11 nr. 5 Bucureşti, mai 1963

Cu privire la definiţia puterii de asimetrie

Vasile N. Nedelcu* — Bucureşti

CZ 621.3.016.313

Ca şi puterea deformantă, puterea de asimetrie introdusă în lucrarea [1] este susceptibilă de diferite interpretări. Lucrarea de faţă aduce o contribuţie la elucidarea naturii puterii de asimetrie, stabilind condiţia de existenţă a acestei puteri.

Motivînd necesitatea introducerii puterii de asimetrie, L.S. Lurie [1], printre altele, se referă la circuitul din figura 1, arătînd că, deşi cele 3 faze sînt parcurse de curenţi, puterea aparentă complexă este nulă, adică între circuit şi reţea nu are loc schimb de putere activă sau reactivă (medie).

În continuare, după ce deduce expresia puterii maxime aparente**, care se concepe ca puterea maximă activă ce poate fi schimbată între sursă şi circuit la pierderi de putere activă constante în reţea, stabileşte că natura sarcinii circuitului din figura 1 este condiţionată de disimetria acestui circuit, conform relaţiei :

$$S_{max} = S_a = \sqrt{3}/2 \; UI, \qquad (1)$$

unde :

S_{max} este puterea aparentă maximă;
S_a — puterea de asimetrie;
U — tensiunea (maximă) de linie,
I — curentul (maxim) de linie.

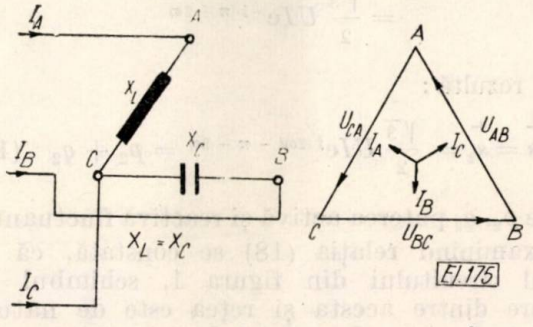


Fig. 1

Mărimile S_{max}, S_a, P (puterea activă medie), Q (puterea reactivă medie) fiind legate prin relaţia :

$$S_{max}^2 = P^2 + Q^2 + S_a^2. \qquad (2)$$

Deşi introducerea noţiunii puterii de asimetrie, în general, este corectă, considerăm că în cazul circuitului din figura 1 sarcina nu poate fi explicată cu ajutorul acestei noţiuni.

Pentru a demonstra acest lucru vom folosi noţiunea de putere aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale, introdusă în [2], care oferă posibilitatea de a analiza schimbul de putere cu ajutorul mărimilor instantanee.

Puterea absorbită de reţea

Din figura 1 *a* rezultă că puterea instantanee absorbită de receptorul figurat este :

$$p = u_{bc}\, i_b - u_{ca}\, i_a. \qquad (3)$$

Dacă tensiunile de linie formează un sistem simetric de succesiune directă (fig. 1 *b*) şi dacă reactanţa bobinei X_L este egală cu reactanţa condensatorului X_C, se observă uşor că intensităţile curenţilor de linie formează un sistem simetric de curenţi de succesiune inversă.

În adevăr dacă :

$$\begin{aligned} u_{ab} &= U \cos(\omega t - \varepsilon) \\ u_{bc} &= U \cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{2\pi}{3}\right) \\ u_{ca} &= U \cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{4\pi}{3}\right) \end{aligned} \qquad (4)$$

---

* Cd. ş.t. *V. N. Nedelcu* este conferenţiar la Catedra de maşini electrice din I.P.B. şi şef de secţie la I.C.E.T.

** L.S. Lurie defineşte această mărime drept putere aparentă.

atunci :

$$i_a = \frac{U}{X_L}\cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{4\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = I\cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{4\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$i_b = \frac{U}{X_C}\cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) = I\cos\left(\omega t - \varepsilon - \frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{2}\right) \quad (5)$$

$$i_c = -i_a - i_b = I\cos\left(\omega t - \varepsilon + \frac{\pi}{2}\right)$$

cum rezultă și din diagrama din figura 1, *b*.

Mai observăm că intensitatea curentului din bobină i_a apare defazată înaintea tensiunii aplicate deoarece sensul curentului este luat contrar sensului tensiunii aplicate (după regula de asociație de la generatoare).

Exprimînd acestea cu ajutorul fazorilor Fresnel, se obține :

$$u_{ab} = \frac{1}{2}(\overleftarrow{u}_{ab} + \overrightarrow{u}_{ab}); \; u_{bc} = \frac{1}{2}(\overleftarrow{u}_{bc} + \overrightarrow{u}_{bc}); \; u_{ca} = \frac{1}{2}(\overleftarrow{u}_{ca} + \overrightarrow{u}_{ca}) \quad (6)$$

$$i_a = \frac{1}{2}(\overleftarrow{i}_a + \overrightarrow{i}_a); \; i_b = \frac{1}{2}(\overleftarrow{i}_b + \overrightarrow{i}_b); \; i_c = \frac{1}{2}(\overleftarrow{i}_c + \overrightarrow{i}_c); \quad (7)$$

unde expresiile acestor fazori sînt :

$$\begin{cases} \overleftarrow{u}_{ab} = U\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t-\varepsilon)} = \dot{U}_{ab}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}; \; \overleftarrow{u}_{bc} = U\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{2\pi}{3}\right)} = \\ = \dot{U}_{bc}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}; \; \overleftarrow{u}_{ca} = U\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{4\pi}{3}\right)} = \\ = \dot{U}_{ca}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}; \; \overrightarrow{u}_{ab} = U\mathrm{e}^{-\mathrm{j}(\omega t-\varepsilon)} = \dot{U}^*_{ab}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}; \\ \overrightarrow{u}_{bc} = U\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{2\pi}{3}\right)} = \dot{U}^*_{bc}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}; \\ \overrightarrow{u}_{ca} = U\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{4\pi}{3}\right)} = \dot{U}^*_{ca}\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}; \end{cases} \quad (8)$$

și respectiv :

$$\begin{cases} \overleftarrow{i}_a = I\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{4\pi}{3}+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}_a\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}; \\ \overleftarrow{i}_b = I\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{2\pi}{3}+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}_b\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}; \\ \overleftarrow{i}_c = I\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}_c\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t} \\ \overrightarrow{i}_a = I\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{4\pi}{3}+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}^*_a\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}; \\ \overrightarrow{i}_b = I\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon-\frac{2\pi}{3}+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}^*_b\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t}; \\ \overrightarrow{i}_c = I\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(\omega t-\varepsilon+\frac{\pi}{2}\right)} = \dot{I}^*_c\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t} \end{cases} \quad (9)$$

Puterea instantanee p se poate exprima în funcție de puterile complexe aparente instantanee astfel :

$$p = \frac{1}{2}(\overleftarrow{s} + \overrightarrow{s}) \quad (10)$$

unde :

$$\overleftarrow{s} = \frac{1}{2}\overleftarrow{u}_{bc}(\overleftarrow{i}_b + \overrightarrow{i}_b) - \frac{1}{2}\overleftarrow{u}_{ca}(\overleftarrow{i}_a + \overrightarrow{i}_a) \quad (11)$$

$$\overrightarrow{s} = \frac{1}{2}\overrightarrow{u}_{bc}(\overleftarrow{i}_b + \overrightarrow{i}_b) - \frac{1}{2}\overrightarrow{u}_{ca}(\overleftarrow{i}_a + \overrightarrow{i}_a) \quad (12)$$

Dacă se introduc expresiile (8) și (9) în (11) se obține :

$$\overleftarrow{s} = \frac{1}{2}[\dot{U}_{bc}\dot{I}^*_b - \dot{U}_{ca}\dot{I}^*_a] + \frac{1}{2}[\dot{U}_{bc}\dot{I}_b - \dot{U}_{ca}\dot{I}_a]\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\omega t} = \dot{S} + \overleftarrow{s}_2 \quad (13)$$

unde $\dot{S}$ este puterea aparentă complexă, $\overleftarrow{s}_2$ este puterea aparentă complexă fluctuantă instantanee :

$$\overleftarrow{s}_2 = \dot{S}_2\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\omega t} \quad (14)$$

unde

$$\dot{S}_2 = \frac{1}{2}[\dot{U}_{bc}\dot{I}_b - \dot{U}_{ca}\dot{I}_a] \quad (15)$$

este amplitudinea complexă a puterii fluctuante complexe instantanee.

Ținînd seamă de relațiile (8), (9) se obține :

$$\dot{S} = \frac{1}{2}[\dot{U}_{bc}\dot{I}^*_b - \dot{U}_{ca}\dot{I}^*_a] = \frac{1}{2}UI[\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\pi}{2}} - \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\frac{\pi}{2}}] = 0 \quad (16)$$

$$\dot{S}_2 = \frac{1}{2}UI[\mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\frac{\pi}{2}-2\varepsilon-\frac{4\pi}{3}\right)} - \mathrm{e}^{\mathrm{j}\left(\frac{\pi}{2}-2\varepsilon-\frac{8\pi}{3}\right)}] = \frac{\sqrt{3}}{2}UI\mathrm{e}^{-\mathrm{j}(\pi+2\varepsilon)} \quad (17)$$

deci rezultă :

$$\overleftarrow{s} = \overleftarrow{s}_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}UI\mathrm{e}^{\mathrm{j}(2\omega t-\pi-2\varepsilon)} = p_2 + q_2 \quad (18)$$

unde p_2, q_2 puterea activă și reactivă fluctuantă.

Examinînd relația (18) se constată, că în cazul circuitului din figura 1, schimbul de putere dintre acesta și rețea este de natură oscilatorie și nu de natură de asimetrie cum a fost interpretat în [1], de altfel se observă că atît sistemul tensiunilor cît și al curenților de linie sînt sisteme simetrice : de succesiune directă (tensiuni) și de succesiune inversă (curenți).

Se observă de asemenea că mărimea $S_a = \sqrt{3}/2\ UI$, considerată în [1] ca putere de asimetrie, reprezintă în realitate amplitudinea puterii aparente fluctuante (18).

În consecință, de puterea de asimetrie se poate vorbi numai în cazul cînd este satisfăcută condiția:

$$\dot{S} \neq 0 \qquad (19)$$

adică puterea aparentă complexă trebuie să fie diferită de zero.

Concluzii

Din cele de mai sus rezultă:

1. Teoria puterii aparente a sistemelor trifazate expusă în [1] nu îmbrățișează toate aspectele proceselor electromagnetice, care însoțesc schimbul de putere între o sursă și un consumator, după cum a rezultat din examinarea circuitului din figura 1.

2. Între circuitul din figura 1 și rețeaua la care este conectat are loc un schimb de putere fluctuantă (18) nu cum se interpretează în lucrarea [1].

3. Condiția de existență a puterii de asimetrie se exprimă prin aceea că $\dot{S} \neq 0$, adică puterea aparentă complexă să fie diferită de zero.

Bibliografie

[1] *Лурье, Л. С.*: Кажущаяся мощность трехфазной системы. Электричество, 1951 г. № 1, стр. 47—53.

[2] *Nedelcu, N. V.*: Puterea aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale. Electrotehnica, 11 nr. 4, 1963, p. 121—124.

Intrat în redacție la 16.I.1963.

Cu privire la tratarea unor probleme de inducție electromagnetică

Andrei Țugulea și Sanda Mastero* — București

CZ 621.3.011.1:538.521

Deoarece problemele de inducție electromagnetică în corpuri mobile au provocat în ultima vreme numeroase discuții în literatura de specialitate, din care rezultă că mai există îndoieli în ce privește posibilitățile de a explica pe baza teoriei cîmpului electromagnetic fenomenele de inducție, în lucrare se încearcă o punere la punct a acestor probleme, arătîndu-se că ele se pot soluționa corect și în cadrul teoriei macroscopice a lui Maxwell, respectiv Maxwell-Hertz. Se arată inconsistența încercărilor de a constitui noi electrodinamici bazate pe acțiune la distanță, prin ignorarea cîmpului electromagnetic ca sistem fizic.

Teoria macroscopică a electromagnetismului, elaborată acum aproape un secol de către Faraday și Maxwell ca o teorie de acțiuni prin contiguitate, a căpătat o recunoaștere categorică, constituind baza tuturor aplicațiilor electrotehnice în care structura microscopică a corpurilor nu intervine în mod direct.

Pe baza completărilor și verificărilor experimentale ce i-au fost aduse de către Hertz, Poynting, Lorentz și Lebedev și a interpretării ei în lumina teoriei relativității elaborate de Einstein, concepem astăzi cîmpul electromagnetic ca o formă de materie, un sistem fizic de sine stătător, distinct de corpuri și avînd masă, energie, impuls etc.

Maxwell și-a formulat teoria pentru corpuri imobile în raport cu sistemul de referință din care se descriu fenomenele, o generalizare pentru corpurile în mișcare fiind făcută de către Hertz pe baza ipotezei „eterului complet antrenat", ipoteză infirmată de experiență. Încercarea lui Lorentz de a constitui o electrodinamică a corpurilor în mișcare bazată pe ipoteza eterului neantrenat a fost, de asemenea, infirmată experimental — și numai teoria relativității a reușit să formuleze o electrodinamică a corpurilor în mișcare în acord cu experiența și independentă de ipoteza contradictorie a eterului.

Deoarece nepotrivirile dintre rezultatele generalizării date de către Hertz teoriei lui Maxwell și faptele experimentale au mai mult o importanță principială și mai puțin o importanță aplicativă, în electrotehnică, majoritatea problemelor ce se referă la corpuri mobile sînt tratate pe baza ecuațiilor Maxwell-Hertz, obținîndu-se rezultate corecte, justificate de altfel și de electrodinamica relativistă, în cazul vitezelor mici în raport cu viteza de propagare a luminii în vid.

Încă de la începutul secolului nostru se știe precis că electrodinamica lui Maxwell este aplicabilă numai în cazul mediilor imobile și că, în cazul mediilor în mișcare, trebuie folosită fie generalizarea dată de Hertz (care e, practic, în acord cu experiența pentru fenomenele de inducție electromagnetică și în mare măsură și cu fenomenele de producere a cîmpului magnetic), fie electrodinamica relativistă, care este în acord cu toate fenomenele electromagnetice (macroscopice) cunoscute pînă în prezent.

* Ing. *A. Țugulea* este cand. în șt. tehn. și conferențiar la catedra de electrotehnică a Institutului politehnic din București și ing. *Sanda Mastero*, șefă de lucrări la aceeași catedră.

În raport cu vechile teorii bazate pe exercitarea acțiunilor la distanță, teoria interacțiunilor prin contiguitate (din aproape în aproape, în timp și spațiu) a constituit un mare progres și un moment crucial în istoria fizicii. De aceea, este curios faptul că și în prezent se încearcă revenirea la vechile concepții bazate pe acțiunile la distanță, sub pretextul că teoria lui Maxwell ar fi nesatisfăcătoare chiar și pentru explicarea unor experiențe elementare, că ar fi plină de ambiguități și ar conduce adesea la paradoxuri. Asemenea încercări datează încă de la sfîrșitul secolului trecut, deși, datorită experiențelor lui Hertz, teoria lui Maxwell își căpătase confirmarea experimentală, și s-au perpetuat și în secolul nostru în măsură din ce în ce mai mică, revenind din cînd în cînd în publicații.

De exemplu, în mai multe articole publicate într-o revistă de autoritate științifică recunoscută [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] se încearcă din nou o critică a teoriei lui Maxwell pe baza unor obiecții cunoscute și tranșate de mult în favoarea acesteia. Deoarce aceste încercări ar putea induce în eroare pe unii cititori, fiind în contradicție cu datele experimentale și cu concepțiile științifice moderne, considerăm că este o datorie morală, atît față de cititori, cît și față de memoria unor savanți ca Faraday, Maxwell și Einstein, să arătăm totala lor inconsistență. Deși articolele la care ne referim au apărut în perioada 1954—1956 și s-ar părea că intervenția noastră este oarecum întîrziată, remarcăm că în paginile revistei menționate nu a apărut pînă în prezent vreo punere la punct principială, iar într-o culegere de articole publicată recent [10], cu ocazia unui colocviu consacrat teoriei relativității, care a avut loc la Viena [11], autorii încercărilor amintite s-au prezentat în opoziție cu teoria relativității, cu „noua lor electrodinamică", bazîndu-se în prezentarea lor pe lucrările din perioada amintită. Mai concret, este vorba de seria de articole ale lui P. Moon și D.M. Spencer, publicate în principal în revista americană Journal of Franklin Institute.

Autorii își încep lucrările printr-o serie de afirmații cu privire la inconsistența electrodinamicii maxwelliene, la lipsa ei de închegare logică, la caracterul fictiv al cîmpurilor cu care operează această teorie etc. Electrodinamica lui Hertz este ignorată cu desăvîrșire în aceste lucrări, iar electrodinamica relativistă este considerată „ ··· o fațadă impunătoare a construcției șubrede a teoriei lui Maxwell ··· " [2], bazată pe „··· credința naivă în infailibilitatea ecuațiilor lui Maxwell ··· " [4].

În sprijinul acestor afirmații, autorii aduc cîteva exemple bazate în general pe fenomene de inducție electromagnetică în cazul mediilor mobile, pentru care pretind că teoria lui Maxwell ar conduce la paradoxuri și la neconcordanță cu experiența, ceea ce este normal, deoarece teoria lui Maxwell nu se aplică mediilor în mișcare. În plus, ei continuă să aducă acestei teorii obiecții cunoscute încă de mult, legate de definirea mărimilor și utilizarea unui referențial privilegiat (eterul), care au fost tranșate de teoria relativității. Pe aceste baze, autorii consideră că drumul pe care s-a dezvoltat electrodinamica de la Faraday și Maxwell înainte a fost greșit și că este necesară o reluare corectă a acesteia, în spiritul ideilor care au stat la baza lucrărilor lui Oersted, Ampère, Gauss, Weber etc., cu alte cuvinte revenind la o teorie a acțiunii la distanță, în care rolul fundamental îl au forțele de interacțiune dintre corpurile încărcate cu sarcină electrică sau dintre elementele de circuite parcurse de curenți electrici de conducție. Echivalența dintre curentul de conducție și curentul de convecție al purtătorilor de sarcină din conductoare, bazată pe modelul teoriei clasice a electronilor, este considerată indiscutabilă, fiind extinsă și la curenții de convecție macroscopici. Astfel, întreaga problemă se reduce, după părerea lor, la determinarea forțelor ce se exercită între acești purtători aflați în stare de mișcare oarecare.

În primele două articole [1], [2], autorii constată că singura expresie a forței dintre elementele de curent, în acord cu experiențele lui Ampère și cu principiul acțiunii și reacțiunii (piatră unghiulară a oricărei teorii a acțiunilor la distanță), este expresia dată chiar de Ampère și — în acord cu această expresie — deduc, în virtutea echivalenței amintite, expresia forței dintre doi purtători de sarcină în mișcare rectilinie și uniformă.

În al treilea articol [3] se completează această expresie cu doi termeni : unul corespunzător mișcării accelerate (numit forța lui Weber) și altul corespunzător variației în timp a sarcinii (numit forța lui Maxwell). Ambele expresii sînt deduse pe baza aplicării incorecte a teoriei lui Maxwell, iar expresia „forței lui Maxwell" este evident greșită, din următoarele motive : sarcina electrică a unui corp nu poate varia în timp decît dacă această variație nu este însoțită de curent de conducție sau curent de convecție, în acord cu legea de conservare a sarcinii electrice ; or, în acest caz, considerarea numai a expresiei potențialului electrodinamic *scalar retardat* (cum procedează autorii) nu este suficientă, intensitatea cîmpului electric (și deci și forța electrică corespunzătoare acestei intenistăți) depinzînd și de potențialul electrodinamic *vector retardat* $\left(\boldsymbol{E} = -\operatorname{grad} V - \right.$ $\left. - \frac{\partial \boldsymbol{A}}{\partial t}\right)$. Acest lucru se observă deosebit de clar din expresia cîmpului electric (respectiv a forței electrice de tip Maxwell) pe care autorii o obțin pentru un dipol electric considerat ca oscilator elementar, și care nu este corectă,

De altfel, utilizarea unor mărimi retardate pentru expresia forței dintre doi purtători de sarcină trebuie neapărat să conducă la infirmarea principiului acțiunii și reacțiunii, deoarece retardarea presupune propagarea acțiunilor cu viteză finită și deci este în contradicție cu acțiunea exercitată la distanță.

În rezumat, pornind în căutarea unei expresii pentru forțele de interacțiune, exercitate la distanță, cu scopul eliminării cîmpurilor din electromagnetism, Moon și Spencer folosesc rezultatele teoriei lui Maxwell și ajung la o expresie a forței care nu satisface principiul acțiunii și reacțiunii. În consecință, un sistem izolat, format de exemplu din două particule purtătoare de sarcină electrică, nu-și conservă impulsul, fapt care arată existența unui alt sistem fizic, cu care acest impuls este schimbat, adică existența cîmpului electromagnetic.

Admițînd prin urmare că această expresie ar fi fost calculată corect pe baza teoriei lui Maxwell (ceea ce nu este real), în nici un caz ea n-ar putea servi pentru fundamentarea unei „noi electrodinamici" fără cîmpuri, deoarece în această electrodinamică ar fi contrazise toate principiile de conservare ale fizicii (conservarea impulsului, a energiei — și deci a masei, conservarea momentului cinetic etc.).

Formula „fundamentală" a noii „electrodinamici" este

$$\boldsymbol{F}_{12} = \boldsymbol{a}_r \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\varepsilon r^2} \frac{v^2}{c^2}\left[1 - \frac{3}{2}\cos^2\vartheta\right] - \boldsymbol{a}_a \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon c^2 r} \frac{d}{dt}\left[v\left(t - \frac{r}{c}\right)\right] - \boldsymbol{a}_r \frac{Q_2}{4\pi\varepsilon} \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{1}{r} Q_1\left(t - \frac{r}{c}\right)\right] \qquad (1)$$

în care $\boldsymbol{a}_r = \frac{\boldsymbol{r}}{r}$ este versorul razei vectoare a punctului în care se găsește corpul cu sarcina Q_2 față de corpul cu sarcina Q_1; $\boldsymbol{a}_a$ este versorul accelerației; $\boldsymbol{v}$ este viteza de mișcare relativă a celor doi purtători de sarcină; $\cos\vartheta = \boldsymbol{a}_r \frac{\boldsymbol{v}}{v}$; c este viteza de propagare a luminii în vid.

Se observă ușor că $\boldsymbol{F}_{12} \neq -\boldsymbol{F}_{21}$ deoarece

$$Q_2 \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{1}{r} Q_1\left(t - \frac{r}{c}\right)\right] \neq Q_1 \frac{\partial}{\partial r}\left[\frac{1}{r} Q_2\left(t - \frac{r}{c}\right)\right]$$

cum era și de așteptat. În al doilea rînd, „forța lui Weber" $-\boldsymbol{a}_a \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon c^2 r} \frac{dv}{dt}$ provine din derivarea vitezei în raport cu timpul; or $\frac{dv}{dt} \neq \boldsymbol{a}_a \frac{dv}{dt}$, egalitatea fiind permisă numai pentru mișcarea rectilinie. În al treilea rînd, expresia (1) conține atît termeni retardați, cît și neretardați, așa încît este greu să i se găsească vreo semnificație fizică. Cu ajutorul ei, autorii obțin adesea rezultate corecte, fiindcă lucrează în regim staționar $\left(\frac{dv}{dt} = 0\right)$ la distanțe mici, cînd retardarea este neglijabilă, și integrează rezultatele pe curbe închise pentru care, după cum se va arăta, este valabilă expresia forței lui Ampère. Rezultatele lor se obțin cu ajutorul unor calcule extrem de complicate, chiar și în cazul problemelor celor mai simple. (Complicația era de bănuit, deoarece de fiecare dată, în loc să se lucreze cu cîmpurile, se lucrează cu sursele lor: sarcinile și elementele de curent.)

În sfîrșit, este de remarcat că o formulă de acest tip corectă și în acord cu teoria cîmpului se obține cu ajutorul potențialelor Lienard și Wiechert [12], dar ea nu poate servi pentru eliminarea cîmpurilor din electromagnetism tocmai fiindcă nu satisface principiul acțiunii și reacțiunii.

Fundamentată pe o formulă eronată atît din punctul de vedere al principiilor cît și al calculelor, „noua electrodinamică" prezice și fenomene care nu s-au constatat niciodată în natură, cum ar fi: exercitarea unei forțe asupra unui corp cu sarcină electrică, imobil într-un cîmp magnetic static, inducerea unei tensiuni electromotoare într-un conductor care se mișcă în lungul unei linii de cîmp magnetic etc.

Toate acestea ar fi suficiente pentru a ilustra inconsistența electrodinamicii propuse de autorii menționați. Trebuie însă subliniat că majoritatea inadvertențelor sînt consecința faptului că autorii nu țin seamă de cîteva probleme pe cît de simple în aparență, pe atît de fundamentale, ca de exemplu: *cum se definesc mărimile electrice și magnetice și ce legătură au cu sistemele de referință*; *care sînt categoriile de fenomene electrodinamice la care se aplică teoria lui Maxwell*; *care sînt premisele și limitele teoriei lui Hertz, și ce legătură are ea cu teoria lui Maxwell*; *care este esența electrodinamicii relativiste etc.*

Trebuie recunoscut faptul că multe lucrări de electrodinamică și de electrotehnică trec cu ușurință peste aceste probleme fără a le acorda atenția cuvenită. Fiindcă electrodinamica relativistă depășește, în general, cadrul unui curs de electrotehnică, iar teoria lui Hertz, fiind principial incorectă, este ocolită de către fizică, tratarea problemelor de electrodinamică a corpurilor mobile se face, pentru cîteva cazuri, pe baza unor rețete ad-hoc, de exemplu prin indicarea expresiei *Blv* pentru tensiunea electromotoare indusă prin mișcare, fără a se preciza premisele și consecințele pe care le implică.

De aici sînt generate și „paradoxurile" electrodinamicii lui Maxwell, ele nefiind rodul imaginației lui Moon și Spencer, ci rezultatul

unor controverse interminabile între mulți autori, care mai persistă și astăzi [5].

De aceea, în cele ce urmează, în primul rînd se indică cum se tratează corect „paradoxurile" susmenționate, arătînd prin aceasta inconsistența obiecțiilor ridicate împotriva electrodinamicii macroscopice, cu atît mai mult cu cît exemplele sînt interesante pentru ilustrarea legii inducției electromagnetice. În al doilea rînd, prezintă interes și problema echivalenței dintre curentul de conducție și cel de convecție, în ce privește producerea cîmpului magnetic și exercitarea acțiunilor ponderomotoare, echivalență admisă ca premisă fundamentală în lucrările autorilor susmenționați. În legătură cu acestea se pune și problema conținutului fizic al formulelor de tip Ampère sau Biot-Savart-Laplace (Grassmann) pentru elemente de curent.

Deoarece detalii cu privire la problemele principiale enumerate se găsesc în lucrări de specialitate [13], în cele ce urmează, în cadrul primului punct din programul propus, se va reaminti pe scurt formularea legii inducției electromagnetice în diferitele teorii, deoarece majoritatea „paradoxurilor" citate în literatură sînt legate de această lege, deși ele s-ar putea formula și în legătură cu legea circuitului magnetic.

a) **In electrodinamica lui Maxwell aplicabilă numai corpurilor imobile.** Forma integrală a legii este :

$$\oint_\Gamma \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_{S_\Gamma} \boldsymbol{B}\mathrm{d}\boldsymbol{A} \equiv -\int_{S_\Gamma} \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\mathrm{d}\boldsymbol{A} \qquad (2)$$

cu forma locală :

$$\mathrm{rot}\,\boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} \qquad (3)$$

Corpurile se presupun imobile în raport cu sistemul de referință din care se descriu fenomenele (în raport cu care se definesc și se măsoară cîmpurile, forțele, duratele, lungimile etc.). Aceste formule nu pot servi de exemplu la studiul mașinilor electrice de inducție.

b) **In electrodinamica lui Hertz aplicabilă și corpurilor mobile.** Forma integrală nedezvoltată a legii este :

$$\oint_\Gamma \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_{S_\Gamma} \boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{A} \qquad (4)$$

în care curba Γ și suprafața S_Γ atașată sprijinită pe această curbă se consideră antrenate de corpuri în mișcarea lor, iar cîmpurile se presupun definite în sisteme de referință atașate corpurilor în mișcare și se consideră invariante în raport cu schimbarea sistemelor de referință.

Forma integrală dezvoltată, obținută prin aplicarea derivatei substanțiale a fluxului magnetic, este :

$$\oint_\Gamma \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = -\int_{S_\Gamma} \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\mathrm{d}\boldsymbol{A} - \oint_\Gamma (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = u_{e_t} + u_{e_m} \qquad (5)$$

primul termen din dreapta u_{e_t} reprezentînd tensiunea electromotoare indusă prin transformare, iar cel de al doilea u_{e_m}, tensiunea electromotoare indusă prin mișcare.

Forma locală corespunzătoare este :

$$\mathrm{rot}\,\boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} - \mathrm{rot}\,(\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v}). \qquad (6)$$

Pentru viteze mici în comparație cu viteza luminii în vid, rezultatele obținute sînt corecte și în acord cu experiența.

c) **In electrodinamica relativistă** (relativitatea restrînsă) formularea este aceeași ca în teoria Maxwell, dacă mărimile sînt definite în raport cu sistemul de referință inerțial în care corpurile sînt imobile, trecerea la alte sisteme de referință inerțiale efectuîndu-se pe baza transformării lui Lorentz. Pentru mărimile atașate (definite ca în teoria lui Hertz) rezultă aceleași expresii ca în teoria lui Hertz (în aproximația indicată), fapt care justifică aplicarea acestei teorii cel puțin pentru sistemele în mișcare de translație.

În cele ce urmează se analizează problemele care sînt prezentate de către Moon și Spencer drept cazuri în care teoria lui Maxwell ar duce la ambiguitate și „paradoxuri".

EXEMPLUL I

În cîmpul magnetic al unui conductor rectiliniu infinit, parcurs de curentul i, sînt așezate,

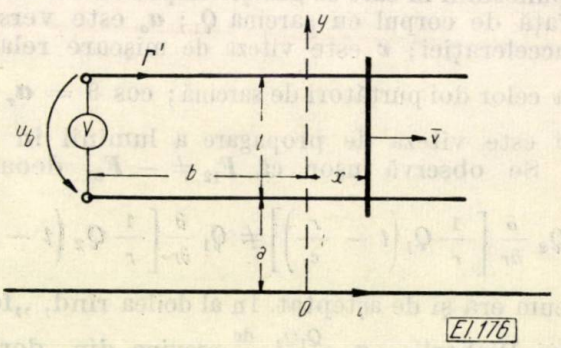


Fig. 1. Inducție electromagnetică obținută prin deplasarea unei bare în cîmpul magnetic al unui fir rectiliniu foarte lung.

ca în figură, două bare conductoare paralele, pe care alunecă, cu viteza $\mathbf{v} = \mathbf{v}(t)$, o a treia bară conductoare.

Se cere să se calculeze indicația voltmetrului în ipoteza că rezistența sa interioară este foarte mare.

Problema a fost tratată de autorii Moon și Spencer în cele două variante:

$$i(t) = I = \text{const} \qquad i(t) = I_0 \cos\omega t$$

$$\text{și} \qquad x(t) = \frac{v_0}{\omega}\sin\omega t$$

$$v(t) = v = \text{const} \qquad v(t) = v_0 \cos\omega t$$

Folosind teoria Maxwell-Hertz, rezolvăm problema propusă în modul următor pentru cazul general.

Tensiunea electromotoare indusă în ochiul închis (fig. 1) conține un termen legat de variația în timp a cîmpului magnetic și un termen legat de viteza barei.

Într-adevăr:

$$u_e = -\int_{S_\Gamma} \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\,\mathrm{d}\boldsymbol{A} - \oint_\Gamma (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} =$$

$$= \frac{\mu}{2\pi}(b+x)\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\ln\frac{a+l}{a} + \qquad (7)$$

$$+ \frac{\mu}{2\pi} i(t)\cdot v(t)\ln\frac{a+l}{a} = -u_b$$

u_b fiind (cu sensul din figura 1) tensiunea la bornele voltmetrului.

Particularizînd pentru cazurile propuse, rezultă:

$$u_b = -\frac{\mu}{2\pi} Iv\cdot\ln\frac{a+l}{a} \qquad (8)$$

respectiv:

$$u_b = -\frac{\mu}{2\pi} I_0[v_0\cos 2\omega t - b\omega\sin\omega t]\ln\frac{a+l}{a} \qquad (9)$$

în prima formă (7) a acestei tensiuni fiind puși în evidență termenul legat de variația în timp a curentului și termenul legat de deplasarea barei.

În interpretarea pe care autorii o dau teoriei lui Maxwell se obțin, datorită pretinsei ambiguități a acestei teorii, soluții diferite pentru această problemă, și anume:

— aplicînd relația:

$$u_e = -\oint_\Gamma (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\mathrm{d}\boldsymbol{r} \text{ rezultă} \qquad (10)$$

$$u_b = -\frac{\mu}{2\pi} I_0 v\ln\frac{a+l}{a}$$

respectiv

$$u_b = -\frac{\mu I_0}{2\pi} v_0\cos^2\omega t\ln\frac{a+l}{a} \qquad (11)$$

adică numai partea din tensiune legată de deplasarea barei;

— aplicînd relația:

$$u_e = -\int_{S_\Gamma}\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\mathrm{d}\boldsymbol{A} \text{ rezultă } u_b = 0$$

respectiv

$$u_b = \frac{\mu}{2\pi}\left[b + \frac{v_0}{\omega}\sin\omega t\right] I_0\,\omega\sin\omega t\ln\frac{a+l}{a} \qquad (12)$$

adică numai partea din tensiune legată de variația în timp a cîmpului magnetic;

— aplicînd relația: $u_e = -\frac{\mathrm{d}_s}{\mathrm{d}t}\int_{S_\Gamma}\boldsymbol{B}\mathrm{d}\boldsymbol{A}$ adică luînd derivata substanțială a fluxului magnetic se obține rezultatul corect (după cum observă și autorii, fără însă a trage de aici o concluzie) compus din suma ultimelor două soluții.

În sfîrșit, aplicînd relația propusă de ei:

$$\frac{\boldsymbol{F}}{Q_2} = \boldsymbol{a}_r\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon r^2}\frac{v^2}{c^2}\left(1 - \frac{3}{2}\cos^2\vartheta\right) - \qquad (13)$$

$$- \boldsymbol{a}_a\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon c^2 r}\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

dedublînd fiecare termen, într-un termen legat de rețeaua pozitivă a șinelor conductoare și un termen legat de fluidul electronic din șine; considerînd în punctul în care se calculează cîmpul un corp de probă încărcat și în mișcare accelerată, și considerînd pentru primul termen că viteza electronilor este neglijabilă față de viteza corpului de probă — pe scurt — după două pagini și jumătate de considerații și calcule se obține tot rezultatul corect.

EXEMPLUL II

Problema propusă este aceeași, dar bara alunecătoare este acum înlocuită cu o placă (fig. 2).

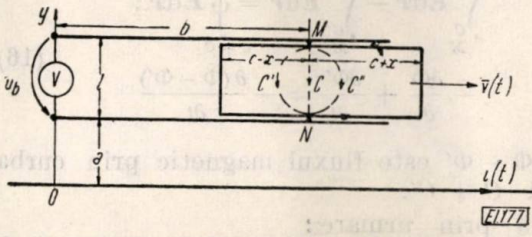


Fig. 2. Inducție electromagnetică obținută prin deplasarea unei plăci masive în cîmpul magnetic al unui fir rectiliniu foarte lung.

Fiind vorba de corpuri în mișcare folosim teoria Maxwell-Hertz și rezolvăm problema propusă în modul următor pentru cazul general.

Considerăm mai multe contururi, Γ, Γ', Γ'' etc., definite în modul următor: de-a lungul barelor conductoare, apoi în interiorul plăcii

de-a lungul uneia dintre curbele C, C', C'' și, în sfîrșit, de-a lungul liniei tensiunii la borne pentru voltmetru. Cu sensul pozitiv de parcurgere ales în figură, de-a lungul curbelor închise astfel definite, rezultă din aplicarea relațiilor Maxwell-Hertz :

$$\left.\begin{aligned}
\oint_{\Gamma} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} &= \int_{C\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - u_b = -\frac{\partial\Phi}{\partial t} - \\
&\quad - \int_{C\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} \\
\oint_{\Gamma'} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} &= \int_{C'\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - u_b = -\frac{\partial\Phi'}{\partial t} - \\
&\quad - \int_{C'\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} \\
\oint_{\Gamma''} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} &= \int_{C''\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - u_b = -\frac{\partial\Phi''}{\partial t} - \\
&\quad - \int_{C''\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r}
\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

în care s-a notat cu :
Φ, Φ', Φ'' — fluxurile prin contururile de mai sus care sînt derivate parțial la $v = \text{const.}$

Deoarece fiecare dintre perechile de curbe deschise (C, C', C'') formează cîte o curbă închisă căreia i se poate aplica legea inducției electromagnetice (în formularea Maxwell-Hertz), se obține :

$$\begin{aligned}
&\int_{C\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - \int_{C'\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = -\frac{\partial\Phi}{\partial t} + \frac{\partial\Phi'}{\partial t} - \\
&\quad - \int_{C\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} + \int_{C'\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r}
\end{aligned} \quad (15)$$

deoarece :

$$\begin{aligned}
&\int_{C\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - \int_{C'\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = \oint_{C+C'} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r}\,; \\
&-\frac{\partial\Phi}{\partial t} + \frac{\partial\Phi'}{\partial t} = -\frac{\partial(\Phi-\Phi')}{\partial t}
\end{aligned} \quad (16)$$

unde $\Phi - \Phi'$ este fluxul magnetic prin curba închisă $C + C'$.

Rezultă prin urmare :

$$\begin{aligned}
&-\int_{C'\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - \frac{\partial\Phi'}{\partial t} - \int_{C'\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = - \\
&-\int_{C\,M}^{N} \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} - \frac{\partial\Phi}{\partial t} - \int_{C'\,M}^{N} (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = -u_b
\end{aligned} \quad (17)$$

Cu alte cuvinte tensiunea calculată la borne nu depinde de curba de integrare și deci nici din acest punct de vedere teoria lui Maxwell-Hertz nu prezintă vreo ambiguitate.

De data aceasta, spre deosebire de problema precedentă, calculul tensiunii la borne presupune cunoașterea cîmpului electric în placă. Într-adevăr, în bară cîmpul electric este nul, deoarece circuitul întreg nu este parcurs de curent (circuitul este, practic, întrerupt de voltmetru), pe cînd în placă se induc curenți prin variația în timp a cîmpului magnetic, fiindcă placa este un conductor masiv.

În cazul particular în care placa este perfect conductoare, în interiorul ei $\boldsymbol{B} = 0$ și curenții induși circulă numai la marginea plăcii, de-a lungul conturului ei. Se obține atunci, integrînd de-a lungul oricărui contur :

$$u_b = -\frac{\mu}{2\pi} \ln\frac{a+l}{a}\left[(b-c+x)\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + v(t)\,i(t)\right] \quad (18)$$

Folosind formula propusă de ei, autorii consideră că problema nu se deosebește întru nimic de cea precedentă, și că rezultatele sînt aceleași în toate cazurile. Se vede aici cît de neoperant este punctul de vedere al autorilor Moon și Spencer care încearcă să rezolve problema fără ajutorul cîmpului. În soluții, ei consideră implicit $\int_C \boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{r} = 0$, afirmație care nu poate fi justificată pentru cazul general înainte de rezolvarea problemei.

Într-unul din articolele seriei pe care o comentăm [7], autorii Moon și Spencer urmăresc să arate că teoria lui Maxwell și Hertz nu constituie un tot logic, și că decurg din ea numeroase paradoxuri. Cu titlul de exemple ei tratează următoarele probleme.

EXEMPLUL III (generatorul unipolar)

Dispozitivul experimental fiind cel din figură și D fiind un disc de cupru pe care freacă două perii colectoare A și C, se cere indicația voltmetrului pentru cazurile :

a) discul se rotește cu viteza unghiulară ω ;

b) atît discul cît și firul bobinei de excitare se rotesc cu viteza unghiulară ω ;

c) doar firul parcurs de curent se rotește cu viteza ω.

Folosind teoria Maxwell-Hertz, rezolvăm problema în același mod pentru cazurile *a* și *b*. Aplicînd legea inducției electromagnetice unui contur închis constituit în modul următor : de-a lungul razei AC, apoi de-a lungul firelor de alimentare ale voltmetrului și între bornele voltmetrului, rezultă :

$$\begin{aligned}
u_b = u_e &= -\int_0^a (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = \\
&= \int_0^a Br\omega\,\mathrm{d}r = \omega\int_0^a Br\,\mathrm{d}r
\end{aligned} \quad (19)$$

în care însă $B = B(r)$, tensiunea neconținînd termen legat de variația în timp a cîmpului magnetic, deoarece este vorba de curent continuu.

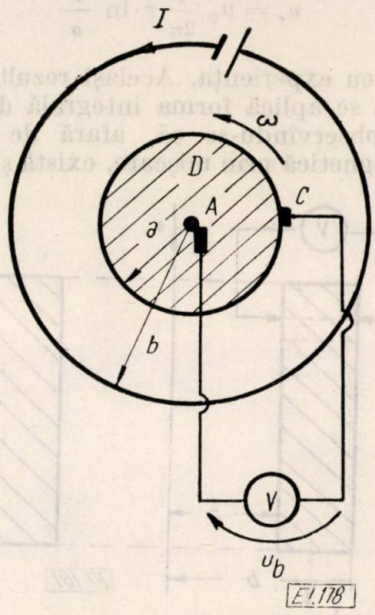


Fig. 3. Inducție electromagnetică obținută într-un disc conductor rotit în cîmpul magnetic al unui conductor circular concentric (generatorul unipolar).

În ultimul caz, evident că voltmetrul nu poate indica nimic, deoarece ambii termeni ai tensiunii induse sînt nuli.

Folosind ecuațiile teoriei lui Maxwell greșit interpretate, autorii obțin rezultatele cele mai diferite, și anume :

$u_b = 0$ în toate cazurile, folosind relația $u_e = -\int_{S_\Gamma} \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} \mathrm{d}\boldsymbol{A}$

$u_b = \omega \int_0^a Br\,\mathrm{d}r$ pentru cazul *a*), dar $u_b = 0$ pentru cazul *b*), folosind relația $\boldsymbol{E} = \boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$ și, în fine, $u_b = \omega \int_0^a Br\,\mathrm{d}r$ pentru cazul *c*).

Soluția lui Moon și Spencer este incorectă, deoarece „forța lui Weber" este dedusă de ei în ipoteza unei mișcări rectilinii.

EXEMPLUL IV (bucla flexibilă)

Se cere tensiunea electromotoare indusă într-o buclă parcursă de curent, care este supusă unei deformări arbitrare. Această tensiune este cea indicată de un voltmetru care închide un circuit ce urmărește foarte strîns parcursul buclei. Ca un caz particular al acestei probleme, autorii tratează cazul a două bare paralele, parcurse de curenți invariabili, egali și opuși, și care se depărtează una de alta cu viteza relativă $\boldsymbol{v}$.

Pentru cazul general se folosește forma nedezvoltată a legii inducției electromagnetice în formularea lui Hertz, și obținem :

$$u_e = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} \text{ și cu } \Phi = Li$$

$$u_e = -L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} - i\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t}$$

În cazul problemei celor două bare, putem considera că printr-un mijloc adecvat intensitatea curentului se menține constantă. În consecință se obține, folosind notația din figură :

$$u_e = -I\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} = -I\frac{\mu l}{\pi}\cdot\frac{d}{\mathrm{d}t}\left[\ln\frac{\xi - a}{a}\right] = \\ = -I\frac{\mu l}{\pi(\xi - a)}\cdot\frac{\mathrm{d}\xi}{\mathrm{d}t} = -I\frac{\mu}{\pi}\cdot\frac{lv}{(\xi - a)} \qquad (20)$$

Folosind pentru calculul tensiunii induse relația : $u_e = -\int \frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\mathrm{d}\boldsymbol{A}$, autorii găsesc evident un rezultat incorect.

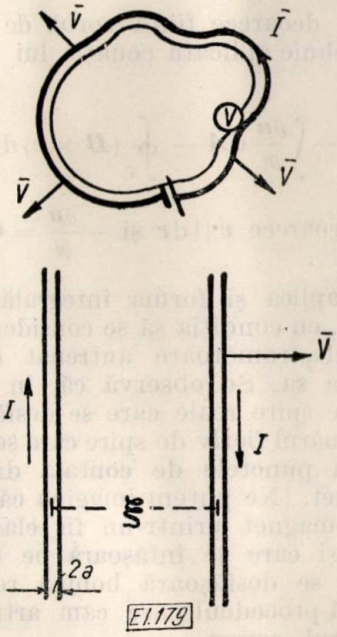


Fig. 4. Inducție electromagnetică obținută prin deformarea unui contur, respectiv prin deplasarea relativă a două bare paralele.

Din aplicarea teoriei lor, autorii găsesc :

$$u_e = -I\frac{\mu}{\pi}\frac{l}{\xi - a}v. \qquad (21)$$

EXEMPLUL V (experiența lui Blondel)

Dacă o bobină este înfășurată pe un miez magnetic permanent sau electromagnet și dacă se deapănă pe un alt miez (în general, nemagnetic), s-ar părea că fluxul ei variază prin scăderea

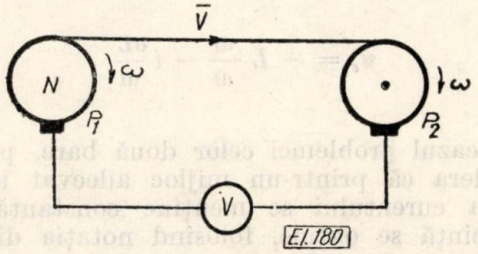


Fig. 5. Experiența lui Blondel. O înfășurare bobinată pe un magnet permanent se desfășoară înfășurîndu-se pe un alt miez metalic nemagnetic. Capetele înfășurărilor sînt legate galvanic cu miezurile pe care calcă două perii. Se induce tensiune electromotoare?

numărului de spire (fig. 5). Se induce tensiunea electromotoare în acest caz?

Dacă Φ_f este fluxul fascicular, fluxul total va fi $\Phi = N\,\Phi_f$ și, cum inducția este constantă pentru calculul tensiunii electromotoare, Moon și Spencer aplică formula:

$$u_e = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(N\Phi_f) = -\Phi_f\frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}t} \neq 0 \quad (22)$$

Ei greșesc, deoarece fiind vorba de corpuri în mișcare trebuie aplicată ecuația lui Maxwell — Hertz:

$$u_e = -\int\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\,\mathrm{d}\boldsymbol{A} - \oint_\Gamma (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = 0$$

$$\text{deoarece } \boldsymbol{v}\,||\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} \text{ și } -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} = 0$$

Se poate aplica și forma integrală nedezvoltată a legii, cu condiția să se considere conturul tensiunii electromotoare antrenat de corpuri în mișcarea sa. Se observă că, în acest caz, numărul de spire reale care se desfășoară este egal cu numărul fictiv de spire care se înfășoară, format din punctele de contact dintre peria P_1 și magnet. (Ne putem imagina că peria este legată de magnet printr-un fir elastic infinit extensibil și care se înfășoară pe magnet pe măsură ce se desfășoară bobina reală.) Este adevărat că procedeul pare cam artificial, dar este singurul corect.

EXEMPLUL VI (experiența lui Cullwick)

Coaxial cu un fir rectiliniu și infinit parcurs de curentul I este așezat un cilindru de material magnetic pe care alunecă două perii legate de un voltmetru (fig. 6). Tensiunea electromotoare indusă depinde de permeabilitatea μ a cilindrului? Dacă se aplică forma integrală nedezvoltată a legii inducției în formularea dată de Hertz, se observă că singura variație de flux constă în fluxul care se stabilește în locul regiunii părăsite de cilindru în mișcare, adică:

$$u_e = \mu_0\frac{I}{2\pi}v\cdot\ln\frac{b}{a} \quad (23)$$

în acord cu experiența. Același rezultat se obține dacă se aplică forma integrală dezvoltată a legii, observîndu-se că, afară de inducția electromagnetică prin mișcare, există și inducția

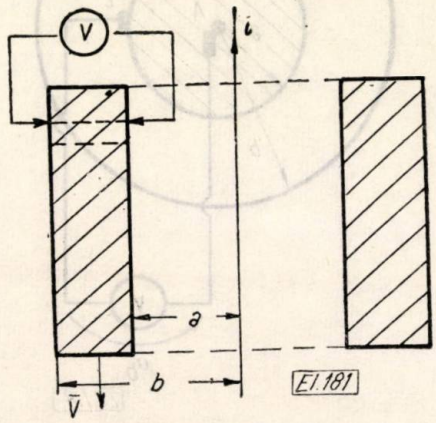


Fig. 6. Experiența lui Cullwick.

electromagnetică prin transformare, datorită variației în timp a inducției magnetice în punctele de pe capătul frontal al cilindrului.

Moon și Spencer calculînd numai partea indusă prin transformare ajung evident la un paradox.

Este adevărat că și „noua lor electrodinamică" conduce la același rezultat și aceasta este numai o întîmplare, fiindcă în acest caz curentul este constant. Dacă și curentul ar fi variabil în timp, soluția noii electrodinamici ar fi greșită ca, în cazul exemplului I. Remarcăm că, în ultimul timp, problema a fost reluată de către P. Böning, în revista Archiv für Elektrotechnik [14].

EXEMPLUL VII

Un fir parcurs de curent se poate desfășura de pe un tambur și înfășura pe altul cu viteza v. Ce tensiune electromotoare se induce în lungul firului AB așezat ca în figură, măsurată cu un voltmetru electrostatic?

Cum $\boldsymbol{v} = 0$ se obține:

$$u_e = -\oint_l (\boldsymbol{B}\times\boldsymbol{v})\,\mathrm{d}\boldsymbol{r} = 0$$

Moon și Spencer obțin

$$u_e = \frac{I}{2\pi\varepsilon c^2}v\ln\frac{b}{a} \quad (24)$$

pe baza „teoriei lor" și obțin un rezultat greșit tocmai într-un caz cînd noua lor electrodina-

mică ar fi condus la un rezultat corect, dacă ei nu uitau să adauge la curentul suplimentar de convecție al electronilor efectul de sens contrar al curentului de convecție al rețelei ionice pozitive a conductorului.

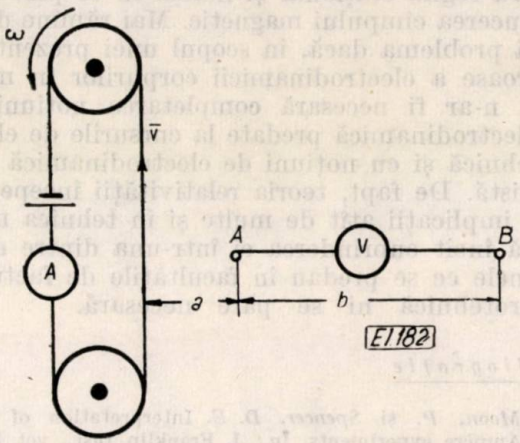


Fig. 7. Un dispozitiv cu care nu se poate produce tensiune electromotoare indusă între punctele *A* și *B*.

O altă categorie de „paradoxuri" este legată de echivalența dintre curentul de conducție și cel de convecție. Ele se bazează pe faptul că Moon și Spencer extind această echivalență în ceea ce privește producerea cîmpului magnetic (curentul de convecție și cel de conducție intră la fel în legea circuitului magnetic și legea conservării sarcinii electrice, putîndu-se eventual substitui) și la exercitarea acțiunilor ponderomotoare. Dacă admitem interpretarea clasică a curentului de conducție (drept curent de convecție a electronilor în raport cu rețeaua ionică/ pozitivă) atunci forțele exercitate asupra unui conductor parcurs de curent sînt rezultantele forțelor magnetice care se exercită asupra electronilor în mișcare și ale forțelor electrice care se exercită atît asupra rețelei ionice cît și asupra electronilor înșiși.

De aceea, calculînd numai forțele magnetice (deoarece nu țin seamă de forțele electrice), Moon și Spencer ajung la concluzia, în adevăr paradoxală, că două fascicule paralele de electroni care se mișcă în același sens se atrag (curenți paraleli) în loc să se respingă, că forța dintre două conductoare paralele parcurse de curenți trebuie să depindă de viteza relativă longitudinală a acestora etc.

Menționăm că echivalența dintre curentul de conducție și cel de convecție este riguros valabilă în regim staționar, căci în regim nestaționar trebuie să se țină seamă și de curentul de deplasare, or echivalența nu se extinde și în ce privește cîmpul electric (de exemplu, într-un conductor parcurs de curent de conducție $\operatorname{div} \boldsymbol{E} = 0$, în timp ce pentru fasciculul de electroni echivalent $\operatorname{div} \boldsymbol{E} = \frac{\rho}{\varepsilon}$).

Este interesant că tratarea problemei cîmpului electromagnetic pentru o particulă încărcată cu sarcină electrică în mișcare, cu ajutorul potențialelor *Lienard* și *Wiechert*, duce pentru o mișcare cu viteză mică și accelerație neglijabilă la expresia:

$$\boldsymbol{H} = \frac{q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{R}}{4\pi R^3} \tag{25}$$

care ar sugera valabilitatea formulei lui Biot-Savart-Laplace pentru cîmpul magnetic al unui element de curent prin corespondența $q\mathbf{v} = i\Delta\mathbf{l}$. Remarcăm însă faptul că existența unui element de curent izolat este incompatibilă cu legea conservării sarcinii electrice adevărate, afară de cazul în care se presupune o aglomerare de sarcini corespunzătoare la capetele elementului, adică afară de cazul în care acesta este conceput ca un dipol electric elementar cu moment electric variabil în timp. În acest caz, afară de cîmpul magnetic al dipolului care are, în adevăr, pentru zona cvasistaționară (zona apropiată) expresia $\mathbf{H} = i\frac{\Delta\boldsymbol{l} \times \boldsymbol{R}}{4\pi R^3}$ dată de formula lui Biot-Savart-Laplace, trebuie considerat și cîmpul său electric:

$$\boldsymbol{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon}\left[\frac{(\Delta\boldsymbol{l}\,\boldsymbol{R})\,\boldsymbol{R}}{R^5} - \frac{\Delta\boldsymbol{l}}{R^3}\right] \tag{26}$$

care este diferit de acela al unei singure particule încărcate în mișcare. Deci curentul de convecție și cel de conducție nu sînt echivalente din acest punct de vedere.

Dacă presupunem acțiunile ponderomotoare ce se exercită între două elemente de curent materializate prin dipoli elementari cu moment electric variabil în timp, se verifică ușor că forțele electrice sînt cele preponderente și că se exercită și cupluri asupra acestor elemente de curent care nu pot fi tratate drept puncte materiale și, deci, este inutil să se caute pentru ele formule pentru forțe care să satisfacă principiul acțiunii și reacțiunii din mecanica clasică. Rezultă prin urmare că formula lui Ampère, pe care-și fundamentează noua lor electrodinamică Moon și Spencer, înlocuind curentul de conducție prin curent convecție, nu are nici o justificare, și cu atît mai puțin înlocuirea în această formulă a curentului de conducție prin curent de convecție. Ea rămîne o simplă formulă de calcul valabilă ca integrant în integralele curbilinii extinse la curbe închise, ca și formula lui Grassmann sau Biot-Savart-Laplace.

În ce privește introducerea cîmpului magnetic prin intermediul formulei lui Biot-Savart-Laplace pentru un element de curent, materializat printr-un dipol elementar, valabilă în zona cvasistaționară, constatăm că, deși în principiu este posibilă, duce la ideea falsă că acest cîmp

magnetic ar fi produs exclusiv de curentul de conducție al elementului, ceea ce nu este real deoarece la el contribuie în cea mai mare măsură curentul de deplasare produs de variația în timp a cîmpului electric al dipolului.

Concluzii

Deși electrodinamica macroscopică (inclusiv cea relativistă) reprezintă o ramură clasică a fizicii, pe baza căreia se pot obține rezultate coerente și verificate de experiență, mai persistă și în prezent încercări de a se renunța la concepția de cîmp și, deci, a transmisiunii acțiunilor prin contiguitate, și a se reveni la vechile concepții ale acțiunilor la distanță în care cîmpul apare cel mult ca un auxiliar matematic formal. (Discuții în același gen în legătură cu legea inducției electromagnetice au apărut și în revista Electrical Engineering, în perioada 1950—1960).

Ținînd seamă că o electrodinamică coerentă a mediilor mobile se poate fundamenta numai pe baza teoriei relativității și că această teorie depășește cadrul general al unor lucrări de electrotehnică, este necesar să se recurgă la un compromis, pentru a suplini această lacună și pentru a pune la îndemîna inginerilor o metodă, cel puțin practic corectă, de tratare a problemelor de electrodinamică a mediilor mobile. Un asemenea compromis ni se pare teoria lui Maxwell și Hertz care pentru problemele de inducție electromagnetică duce la rezultate corecte la viteze mici (în comparație cu viteza luminii), care prezintă interes în tehnică.

„Paradoxurile" lui Moon și Spencer sînt exemple excelente pentru ilustrarea aplicării legii inducției electromagnetice.

În ceea ce privește lucrările lui Moon și Spencer, ele pornesc de la o premisă greșită nu numai din punct de vedere strict electromagnetic, dar și din punct de vedere al concepției filozofice despre natură. Ei neagă cîmpul ca formă de sine stătătoare a materiei, distinctă de corpuri.

Din analiza posibilităților de a introduce cîmpul magnetic pe baza „elementelor de curent", cu formule de tip Biot-Savart-Laplace sau Ampère, rezultă totala lor inconsistență în vederea acestui scop, cu ajutorul lor obținîndu-se rezultate corecte numai pentru curbe închise și numai în regim cvasistaționar.

În acest sens, echivalența dintre curentul de conducție și cel de convecție nu e valabilă decît pentru regim staționar și numai în ce privește producerea cîmpului magnetic. Mai rămîne deschisă problema dacă, în scopul unei prezentări riguroase a electrodinamicii corpurilor în mișcare, n-ar fi necesară completarea noțiunilor de electrodinamică predate la cursurile de electrotehnică și cu noțiuni de electrodinamică relativistă. De fapt, teoria relativității începe să aibă implicații atît de multe și în tehnica modernă încît cuprinderea ei într-una dintre disciplinele ce se predau în facultățile de factură electrotehnică ni se pare necesară.

Bibliografie

[1] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* Interpretation of the Ampère experiments. În: J. Franklin Inst., vol. **257**, nr. 3, mart. 1954, p. 203—220.

[2] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* The Coulomb force and the Ampère force. În: J. Franklin Inst., vol. **257**, nr. 4, april. 1954, p. 305.

[3] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* A new electrodynamic. În: J. Franklin Inst., vol. **257**, nr. 3, mai 1954, p. 362—381.

[4] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* A postulation approach to electromagnetism. În: J. Franklin Inst., vol. **259**, nr. 4, april. 1955, p. 293—305.

[5] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* On electromagnetic induction. În: J. Franklin Inst., vol. **260**, nr. 3, sept. 1955, p. 213—226.

[6] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* On the Ampère force. În: J. Franklin Inst., vol. **260**, nr. 4, oct. 1955, p. 295—311.

[7] *Moon, P.* și *Spencer, D. E.* Some electromagnetic paradoxes. În: J. Franklin Inst., vol. **260**, nr. 5, nov. 1955, p. 373—395.

[8] *Driver, R.* The undetermined constant in relativistic electrodynamic. În: J. Franklin Inst., vol. **261**, nr. 5, mai 1960, p. 547—555.

[9] *Warburton, F. W.* Electromagnetism, old and new. În: J. Franklin Inst., vol. **258**, nr. 5, nov. 1954, p. 325—400.

[10] * * * Kritik und Fortbildung der Relativitätstheorie. Edit. Karl Saper, Gray 1958, p. 144—160.

[11] * * * Voprosî filosofii, nr. 9, 1959.

[12] *Novacu, V.* Introducere în electrodinamică, vol. **II**. București, Edit. Academiei R.P.R.

[13] *Răduleț, R.* Bazele teoretice ale electrotehnicii, vol. **II**. București, E.E.S., 1955.

[14] *Böning, P.* Analyse eines klassischen Versuchs. Arch. Elektrotechn. **46**, nr. 5, 1961, p. 321—324.

Intrat în redacție la 3.I.1963.

Prelucrarea modernă a arborilor mașinilor electrice de gabarit 3—10 în linie tehnologică

Alexandru Nistor și Alexandru Cotta * — București

CZ 621.313.33:621.824

În articol sînt tratate probleme legate de prelucrarea modernă a arborilor mașinilor electrice asincrone normale și speciale de gabrit 3—10, în linie tehnologică realizată la Uzina de mașini electrice-București. Se examinează gama operațiilor de prelucrare, stabilită în condițiile satisfacerii cerințelor de calitate și productivitate, necesarul de mașini-unelte adecvate, amplasarea lor în flux, apoi se tratează problema transportului și deservirii mașinilor-unelte cu mijloace de ridicare la nivelul tehnicii noi.

La Uzina de mașini electrice — București se acordă o atenție deosebită activității de reamenajare a spațiilor de producție, redistribuirii utilajelor, raționalizării transportului intern și mecanizării operațiilor cu consum mare de manoperă. Toate aceste măsuri, pe lîngă altele, sînt menite să ducă la creșterea productivității muncii și la ridicarea nivelului tehnic al producției, înscriindu-se pe linia trasată de partid și guvern cu privire la folosirea judicioasă a spațiilor de producție, pentru obținerea unui volum sporit de produse, pe aceleași spații reamenajate și dotate cu mijloace tehnice moderne.

Unul dintre obiectivele realizate în anul 1962 în domeniul reamenajărilor de spații productive la Uzina de mașini electrice — București, îl constituie darea în folosință a liniei tehnologice de prelucrare a arborilor în flux continuu. Linia este destinată prelucrării întregului sortiment de arbori, pentru mașinile asincrone de gabarit 3—10, aflate în planul de producție al uzinei.

Pînă la darea în exploatare a liniei nou create, arborii se prelucrau pe mașini-unelte care erau dispersate în atelierul de prelucrări mecanice, nu pe principiul amplasării lor în flux, ci pe grupe de mașini de același tip, ceea ce implica unele dificultăți de organizare a producției, a transportului interoperații și frîna aplicarea atît a unor procedee moderne de prelucrare, cît și a unor măsuri de mecanizare a operațiilor.

Realizarea liniei tehnologice a permis așezarea mașinilor-unelte în succesiunea operațiilor, soluționarea problemei transportului interoperații și a deservirii mașinilor cu mijloace tehnice adecvate.

Procesul tehnologic

Structura procesului tehnologic de prelucrare a arborilor în linie a fost determinată de condițiile satisfacerii cît mai complete a cerințelor de calitate, referitoare atît la dimensiuni, cît și la finețea prelucrărilor.

Marea varietate a tipurilor de arbori, care se diferențiază atît după dimensiuni — în lungime variind între 500 și 1 200 mm, iar în diametre între 60 și 140 mm — cît și după forma geometrică, prin numărul de praguri, existența sau lipsa conurilor, a găurilor axiale de cablu, filete și alte detalii constructive, a îngreuiat stabilirea procesului tehnologic unic, valabil pentru toată această varietate de arbori. Acțiunea de unificare constructivă a arborilor în scopul restrîngerii atît a dimensiunilor, a numărului de praguri, cît și a formei geometrice și a altor detalii, a fost o acțiune binevenită, continuîndu-se și pe viitor la alte repere, în scopul simplificării fabricației.

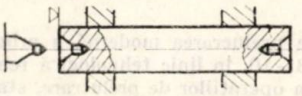
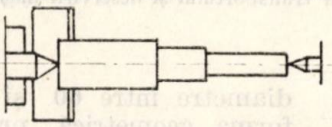
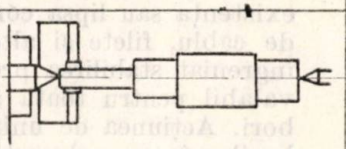
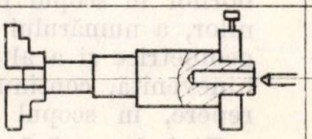
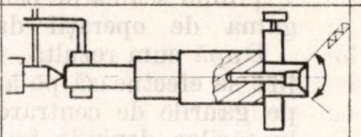
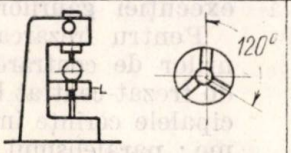
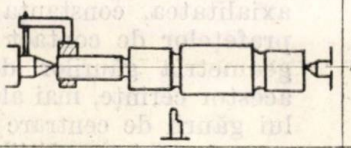
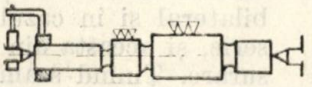
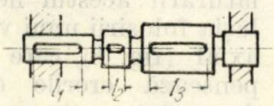
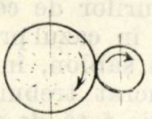
Ținînd seamă de cele arătate, a fost stabilită gama de operații dată în tabela 1.

După cum rezultă, toate operațiile de strunjire se efectuează pe arborele fixat între vîrfuri pe găurile de centrare, așa încît precizia prelucrărilor depinde în bună parte de precizia execuției găurilor de centrare.

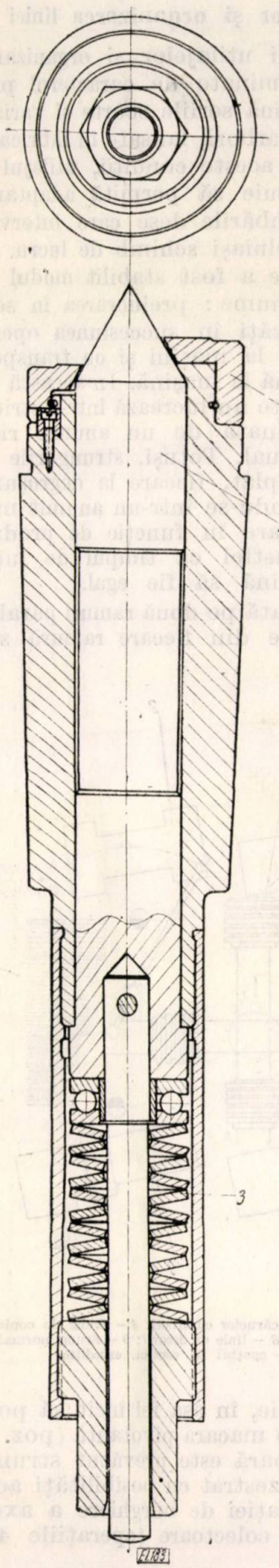
Pentru frezarea capetelor și executarea găurilor de centrare a fost prevăzută o mașină de frezat-centrat bilateral, care să asigure principalele cerințe impuse acestei operații, și anume: paralelismul fețelor frontale ale arborelui, axialitatea, constanța diametrelor, finețea suprafețelor de contact cu vîrful de centrare și geometria găurilor de centrare. Respectarea acestor cerințe, mai ales a constanței diametrului găurii de centrare la partea conică, devine anevoioasă în condițiile lipsei mașinii de centrat bilateral și în cazul producției cu caracter de serie, și aceasta din cauza dificultăților de măsurare. Ținînd seamă de dificultatea execuției găurilor de centrare cu diametre constante pe partea conică, a fost examinată problema înlăturării acestui neajuns, ajungîndu-se la soluția folosirii unui vîrf fix de centrare cu resort axial (fig. 1), care prin construcția sa compensează erorile de diametre ale găurilor de centrare. Compensarea erorilor de execuție a găurilor de centrare este necesară și obligatorie în cazul prelucrării pe strunguri de copiat după șablon, în care caz capătul arborelui de prelucrat trebuie să rămînă mereu în aceeași poziție față de șablonul de copiat. În figura 2 se poate vedea că, în cazul unui arbore a cărui gaură de centrare are valoarea d_1 în raport cu o valoare corectă d, față de care s-a făcut re-

* *Al. Nistor* și *Al. Cotta* sînt ingineri principali la Uzina de mașini electrice București.

Tabela 1

	Operația	Schița	La ce tipuri de axe se efectuiază operația	Mașina unealtă	
				Denumirea	Tip și caracteristici
1	Frezare fețe și centruire		Pentru toate tipurile de mașini electrice	Mașină de frezat centruit bilateral	DXLZ ϕ160 - 2000 RDG
2	Degroșare la un capăt		Idem	Strung de copiat cu comandă program	SP 31 ϕ 315 - 1000 CSR
3	Degroșare la celălalt capăt		Idem	Strung de copiat hidraulic	DK ϕ300 - 2000 Elveția
4	Burghiere găuri axiale		Pentru mașini asincrone cu inele colectoare (cu rotorul bobinat)	Strung normal	SU - 500 ϕ300 - 2000 CSR
5	Corectare găuri de centrare		Idem	Idem	Idem CSR
6	Burghiere găuri oblice pentru cable		Idem	Freză verticală	Wanderer 250 × 800 RDG
7	Strunjire canale		Pentru toate tipurile de mașini electrice	Strung normal	S_3 1A-62 RPR
8	Strunjire finisare		Pentru mașini asincrone Parțial la mașini de cc în construcție specială	Idem	Idem RPR
9	Frezare nuturi		Pentru toate tipurile de mașini electrice	Freză pentru canale de pană	FN ϕ20 - 500 RDG
10	Rectificare		Pentru mașini de cc în construcție specială	Nu se execută în linie	

ZZ191



glajul, intervin erori în lungime, la strunjirea prin copiere. Din cauză că arborele va intra mai adînc în conul de centrare cu valoarea Δl, primul prag de pe arborele prelucrat va fi mai scurt, iar ultimul mai lung cu aceeași mărime, în raport cu arborele care a servit pentru reglaj. Neajunsul acesta se face simțit nu numai

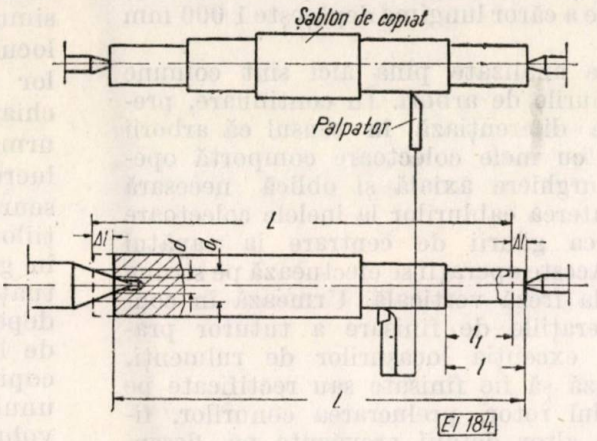


Fig. 2. Erorile care pot interveni la strunjirea prin copiere a unui arbore ale cărui găuri de centrare sînt executate mai mari decît cele normale.

la strunjirea de copiere, ci și la strunjirea pe strunguri normale, atunci cînd se lucrează cu reglaj din tampoane, luîndu-se ca bază de măsurări capătul arborelui.

Compensarea erorilor de execuție a găurilor de centrare se poate face pe două căi : fie deplasînd șablonul de copiat în stînga sau în dreapta poziției normale, după cum gaura de centrare este mai mare sau mai mică, la fiecare arbore în parte, ceea ce este anevoios mai cu seamă atunci cînd suportul port-șablon nu este la îndemînă, fie folosindu-se vîrful de centrare cu resort axial (fig. 1).

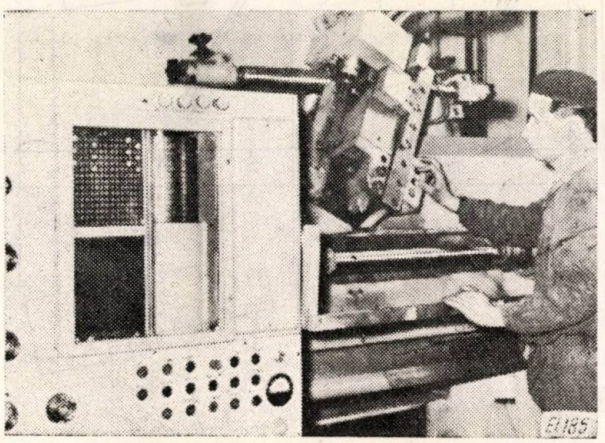


Fig. 3. Reglarea strungului de copiat cu comandă-program, în linia de arbori.

În acest ultim caz, pastila *1*, montată în capul vîrfului, are rolul de tampon, în timp ce conul *2* se deplasează axial într-un sens sau altul, compensînd eroarea de diametru a găurii de centrare, astfel că arborele va fi fixat mereu în aceeași poziție, indiferent de mărimea găurii de centrare.

Fig. 1. Vîrf fix cu resort axial pentru strungurile de copiat :
1 — pastilă limitatoare ; *2* — con de centrare deplasabil ; *3* — arcuri-disc

Operația de degroșare la ambele capete, pînă la dimensiunile finale, cu adaos de 0,5 mm necesar pentru finisare, se efectuează la un strung de copiat cu comandă-program, de mare productivitate, pentru arbori cu lungimea sub 1 000 mm, și la strungul de copiat hidraulic, pentru axele a căror lungime depășește 1 000 mm (fig. 3).

Operațiile analizate pînă aici sînt comune la toate tipurile de arbori. În continuare, prelucrarea se diferențiază în sensul că arborii motoarelor cu inele colectoare comportă operația de burghiere axială și oblică necesară pentru scoaterea cablurilor la inelele colectoare și corectarea găurii de centrare la capătul burghiat. Aceste operații se efectuează pe strung normal și la freză verticală. Urmează în continuare operațiile de finisare a tuturor pragurilor, cu excepția locașurilor de rulmenți, care urmează să fie finisate sau rectificate pe subansamblul rotor, prelucrarea conurilor, filetelor și a altor detalii prevăzute pe desen. Aceste prelucrări se execută la strunguri normale, înzestrate cu dispozitive de lucru adecvate. Locașurile pentru montarea penelor se frezează la mașina de frezat hidraulică cu avans pendular, înzestrată cu dispozitiv de prindere pentru frezarea locașurilor oblice, în cazul mașinilor cu crestături înclinate.

Rectificarea arborilor nu se execută în linie deoarece este prevăzută numai la unele tipuri de arbori care nu asigură o încărcare de un schimb complet.

Amplasarea utilajelor și organizarea liniei

Soluția amplasării utilajelor și organizarea liniei au fost determinate de caracterul producției în care domină seriile scurte și variate de diferite tipuri de arbori, lansate în fabricație simultan, lunar. În aceste condiții, utilajul și locul de lucru trebuie să permită adaptarea lor rapidă la schimbările dese care intervin, chiar în limitele aceluiași schimb de lucru. În urma acestor cerințe a fost stabilit modul de lucru în linie, și anume: prelucrarea în serii scurte, 30—100 bucăți în succesiunea operațiilor, cu depozitare la mașini și cu transport în grup de la mașină la mașină. În această situație, mașinile-unelte nu lucrează într-o strictă dependență determinată de un anumit ritm de lucru, ci individual. Totuși, strungurile de copiat pot lucra cuplat, fiecare la degroșarea unui capăt, împărțindu-se într-un anumit mod volumul de prelucrare în funcție de productivitatea mașinii, astfel ca timpul de lucru pentru fiecare mașină să fie egal.

Linia este organizată pe două ramuri paralele (fig. 4), iar mașinile din fiecare ramură sînt

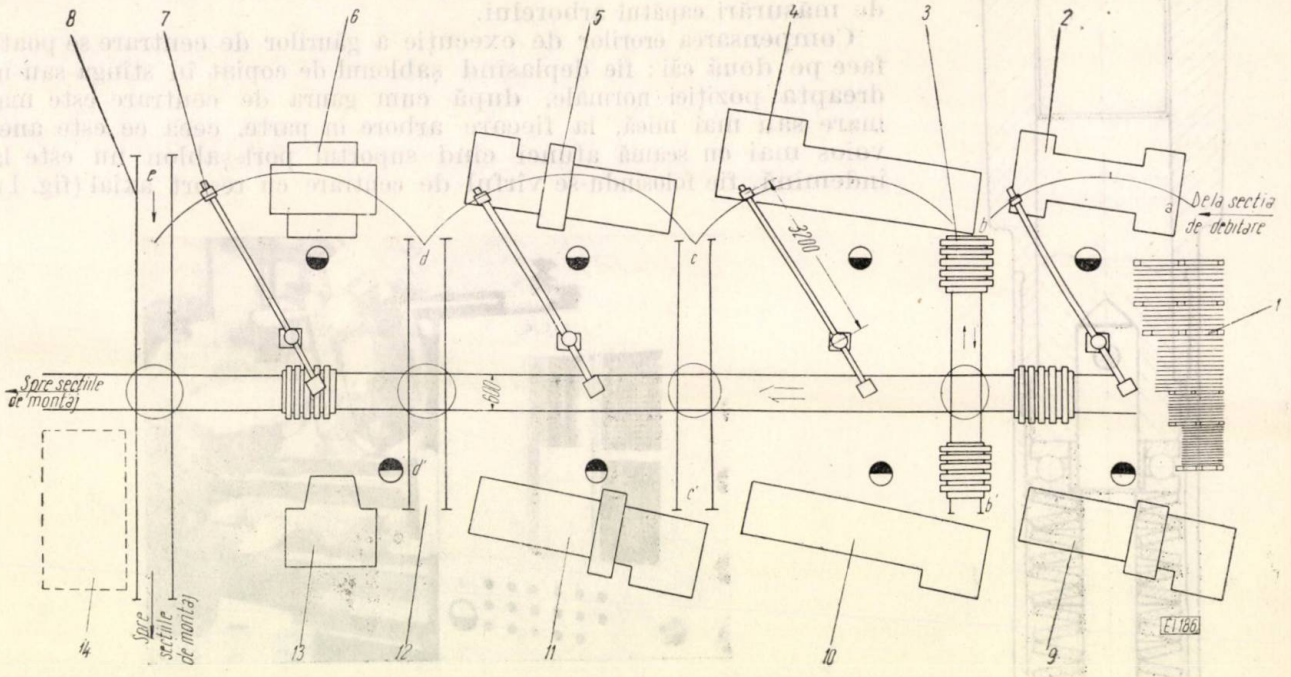


Fig. 4. Organizarea liniei și amplasarea utilajelor:
1 — spații pentru stivuirea arborilor bruți la sol pe stelaje metalice; *2* — mașină de frezat-centrat bilateral; *3* — cărucior cu arbori; *4* — strung de copiat cu comandă-program; *5* — strung normal; *6* — freză pentru canale de pană; *7* — macara pneumatică pivotantă; *8* — linie de decovil; *9* — strung normal; *10* — strung de copiat hidraulic; *11* — strung normal; *12* — masă rotativă; *13* — freză verticală; *14* — spațiul de control, expediție.

amplasate în opoziție, în așa fel încît să poată fi deservite de cîte o macara pivotantă (poz. 7).

În ramura inferioară este prevăzut strungul normal (poz. *11*) înzestrat cu posibilități adecvate, necesare operației de burghiere a axelor mașinilor cu inele colectoare (operațiile 4 și 5, tabela 1).

În ramura superioară se prelucrează arborii mașinilor în scurtcircuit, care, în general, comportă mai puține operații și sînt mai scurte.

Axele brute venite din secția de debitare sînt sortate după lungimi și depozitate pe stelaje metalice la sol. La mașini, arborii sînt aduși pe cărucioare (poz. *3*) stivuiți în mod corespunzător. Ridicarea semifabricatului de pe cărucior și deplasarea pentru prindere între vîrfurile de centrare la strunguri se efectuează cu ajutorul macaralelor pivotante (poz. *7*). După prelucrare, piesa este așezată pe căruciorul din partea stîngă a mașinii. În acest fel, căruciorul are rol și de depozit de piese pentru mașina învecinată.

Mesele rotative (poz. *12*) permit aducerea pieselor de la o mașină la alta, pe linia de decovil centrală. După ultima operație, arborii sînt controlați și expediați spre secțiile de montaj.

Capacitatea liniei este suficientă ca să acopere un volum de producție mărit față de planul actual, ținîndu-se seamă de dezvoltarea viitoare a planului de producție.

La stabilirea numărului de mașini s-a avut în vedere încărcarea omogenă, în scopul evitării punctelor de strangulare.

Mijloace de transport, ridicare și dispozitive anexe

Pentru alimentarea mașinilor așezate în linie, în vederea prelucrării arborilor mașinilor electrice, a fost nevoie de un mijloc de ridicare și manevră a arborilor, care să permită atît alimentarea mașinilor în condiții cît mai ușoare, cît și manevrarea arborilor bruți și prelucrați în diferitele faze de uzinare.

Pornind de la cerințele locurilor de lucru a rezultat construcția deosebită a unor macarale pneumatice (fig. 5) cu acționarea distribuției de aer, comandată electric din orice poziție, situată în spațiul pe care îl acoperă brațul macaralei.

Macaraua se compune din cilindrul principal (poz. *1*), în care culisează coloana sau tija cu pistonul (poz. *2*). Pe coloană este montat brațul (poz. *3*) prin intermediul rulmenților radiali și de presiune, care permit rotirea brațului în orice poziție cu foarte mare ușurință.

Pe braț este montată o contragreutate (poz. *4*) pentru echilibrarea jumătății cuplului corespunzător sarcinii maxime de ridicat. Cealaltă parte a brațului, fiind construită din oțel cu profil I, permite rularea în orice poziție a căruciorului (poz. *5*), cărucior prevăzut cu roți pe rulmenți care, de asemenea, rulează deosebit de ușor.

Construite în acest fel, brațul și căruciorul permit ridicarea și așezarea pieselor în orice loc, pe un cerc cu raza de 3 m. De cărucior este prins lanțul cu dispozitivul de prindere cu lungime fixă, dat fiind că ridicarea se face prin intermediul coloanei (poz. *2*).

Partea cea mai importantă și ingenios construită este sistemul de alimentare și comandă a macaralei. Fiind vorba de o macara pneumatică, deci de o construcție destul de simplă, și impunîndu-se condiții de acționare chiar de la locul de unde se manevrează piesa, s-a prevăzut tabloul de distribuție cu comandă electrică.

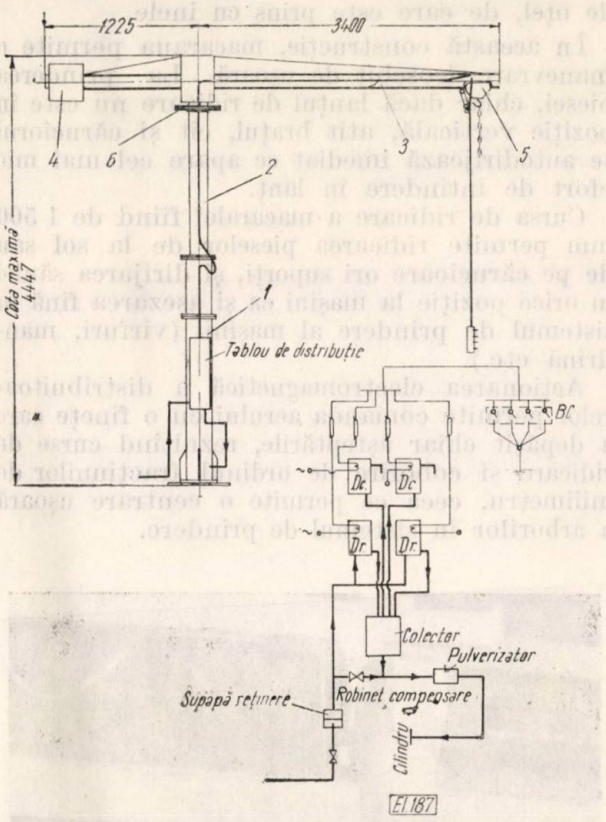


Fig. 5. Macara pneumatică pivotantă:
Dr – distribuitor de ridicare; *Dc* – distribuitor de coborîre; schema tabloului de distribuție.

Tabloul se compune din patru distribuitoare care deschid circuitele de aer sub acțiunea unei pîrghii comandate de un electromagnet.

Două dintre distribuitoare comandă ridicarea și două coborîrea macaralei.

Au fost prevăzute cîte două distribuitoare pentru a se realiza o viteză redusă de așezare și o viteză rapidă de manevră atît la ridicare, cît și la coborîre.

Comanda electromagneților se face de la un tablou cu butoane, care este prins de cărucior și care este ținut în mîna celui care manevrează piesa de prelucrat.

Coloana fiind ridicătoare, tabloul cu butoane este echilibrat de o contragreutate și, prin intermediul unei bucle a cablului electric, poate lua orice poziție.

Legătura electrică dintre brațul care este rotitor și coloana care este fixă se face prin in-

termediul unui culegător tip cu inele de contact (poz. *6*), care permite rotirea brațului în orice unghi, evitîndu-se în acest mod răsucirea cablului de legătură.

Pe braț, cablul electric se strînge, sub formă de armonică, pînă lîngă coloană, pe un cablu de oțel, de care este prins cu inele.

În această construcție, macaraua permite o manevrare deosebit de ușoară. La prinderea piesei, chiar dacă lanțul de ridicare nu este în poziție verticală, atît brațul, cît și căruciorul se autodirijează imediat ce apare cel mai mic efort de întindere în lanț.

Cursa de ridicare a macaralei fiind de 1 500 mm permite ridicarea pieselor de la sol sau de pe cărucioare ori suporți, și dirijarea săniei în orice poziție la mașini ca și așezarea fină în sistemul de prindere al mașinii (vîrfuri, mandrină etc.).

Acționarea electromagnetică a distribuitoarelor permite comanda aerului cu o finețe care a depășit chiar așteptările, rezultînd curse de ridicare și coborîre de ordinul fracțiunilor de milimetru, ceea ce permite o centrare ușoară a arborilor în sistemul de prindere.

Fig. 6. Instalarea arborelui de prelucrat între vîrfurile strungului cu ajutorul macaralei pneumatice pivotante, comandată de la tabloul suspendat ținut în mîna deservantului.

Tabloul de distribuție a mai fost prevăzut cu elementele auxiliare necesare unui circuit de aer, ca: separator de picături (filtru de aer), supapă de sens pentru asigurarea împotriva opririi aerului la rețea, cu toate că distribuitoarele asigură închiderea permanentă a circuitelor pneumatice, pulverizator de ulei, pentru ungerea garniturilor pistonului, și robinet de compensare a pierderilor de aer care face ca pistonul, coloana și piesa suspendată în cîrlig să rămînă totdeauna în poziția în care au fost oprite. Acest fapt reprezintă un avantaj, deoarece muncitorul își pregătește piesa următoare încă înainte de terminarea piesei în lucru.

Macaralele sînt calculate pentru o presiune de lucru minimă de 2,5 at. Alimentarea se face de la rețeaua obișnuită a uzinei.

Desigur că toate avantajele acestor mijloace de ridicare simple au putut fi realizate cu prețul unor dificultăți tehnice de execuție, care au fost rezolvate în mod satisfăcător. Aceste macarale au fost concepute, proiectate și executare integral în uzină cu posibilități proprii.

Caracteristicile macaralei sînt: cursa maximă 1 500 mm; sarcina maximă 150 kgf; presiunea maximă 2,5 kgf/cm^2; comanda electropneumatică.

Construcția poate fi adaptată și pentru sarcini mai mari, ca și pentru alte lungimi ale brațului, după necesitate.

Căruciorul și placa turnantă

Pentru transportul arborilor de la o mașină la alta s-au prevăzut cărucioare cu rulare pe linie de decovil.

Căruciorul este de o construcție simplă, însă propice scopului de stivuire și manevră a arborilor de transportat între operații (fig. 7).

Pentru ușurință la rulare, roțile căruciorului (poz. *1*) sînt prevăzute cu rulmenți, iar suporții (poz. *2*) sînt construiți din profil în formă de *U*, pentru a permite așezarea traverselor (poz. *3*) în vederea stivuirii arborilor într-o poziție cît mai ușor de manevrat.

Profilul roților este specific pentru linia de decovil, iar la rotirea căruciorului, respectiv la punctele de dirijare pentru operațiile tehnologice în flux, placa rotativă permite, deosebit de ușor rotirea și orientarea pe direcția dorită.

Placa rotativă se compune din suportul cu șine (poz. *1*) pe care este așezat centrul cu brațe și role (poz. *3*). Pe rolele centrului cu brațe rulează placa (poz. *2*) care orientează căruciorul.

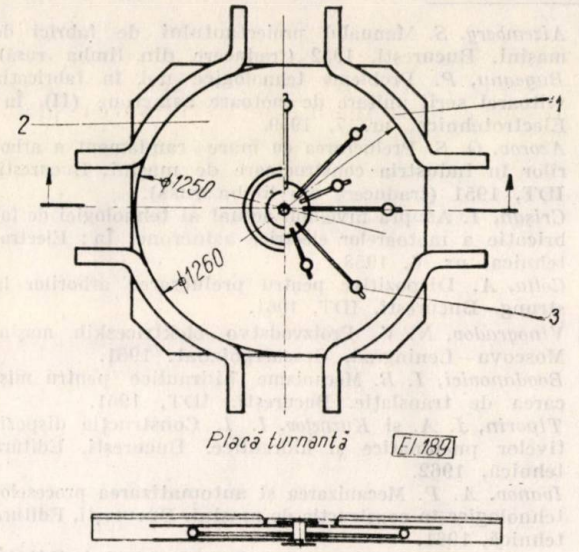
Atît căruciorul, cît și placa rotativă pot suporta și permit rotirea ușoară sub sarcina de 2 500 kg.

Pinolă hidraulică pentru burghierea axială a arborilor

Prin amenajarea liniei de axe, la care s-a avut în vedere aplicarea principiilor tenhologice de grup, pe lîngă mașinile specifice prelucrărilor în flux și mijloacele de ridicare și transport interoperații, s-a ținut seamă si de mecanizările

posibile la mașini în scopul ridicării productivității la un nivel cît mai ridicat.

Dintre aceste mecanizări face parte și pinola hidraulică (fig. 8) adaptată pe strungul SU 500



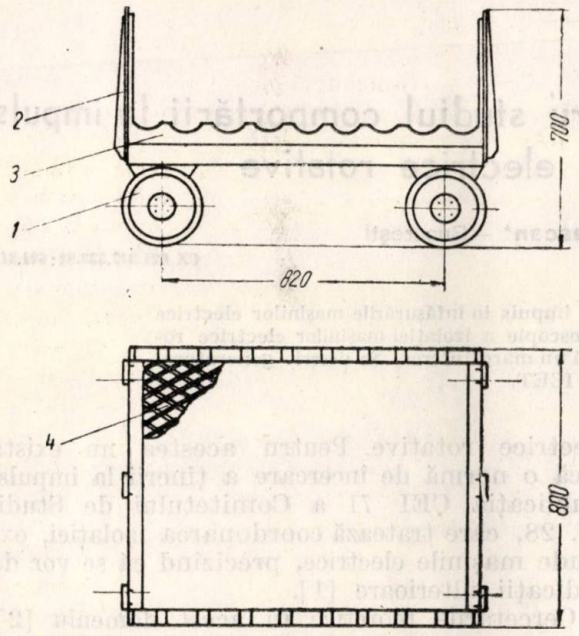


Fig. 7. Placă turnantă și căruț (caracteristici: sarcina maximă 2 500 kg).

(fig. 3, poz. *11*) cu scopul reducerii manoperei de burghiere a arborilor și ușurării muncii cerute de această operație.

Linia generală constructivă a pinolei este o linie similară cu a pinolei manuale a strungurilor.

Tabloul de comandă hidraulic a fost integrat în corpul pinolei pentru a fi în poziția cea mai favorabilă manevrărilor și pentru a nu ocupa spațiu.

Ținînd seamă de procesul de burghiere, de diametrele și lungimile mari ale găurilor, s-a impus în primul rînd avansul rapid și retragerea rapidă a burghiului, respectiv reducerea timpilor auxiliari. Pentru realizarea acestui scop s-a adoptat următoarea construcție:

Cilindrul de forță (poz. *1*) este chiar corpul pinolei, tija cu pistonul (poz. *2*) fiind chiar elementele de lucru. Tija a fost în așa fel construită, încît să nu se rotească și să preia cuplul maxim de așchiere.

Cilindrul de forță este comandat la avansul rapid, avansul de lucru, retragerea rapidă de tabloul de comandă compus din: sertărașul de presiune (*G* 52); supapa de reținere (*G* 51), ventilul de laminare cu regulator și supapă de siguranță (*G* 55).

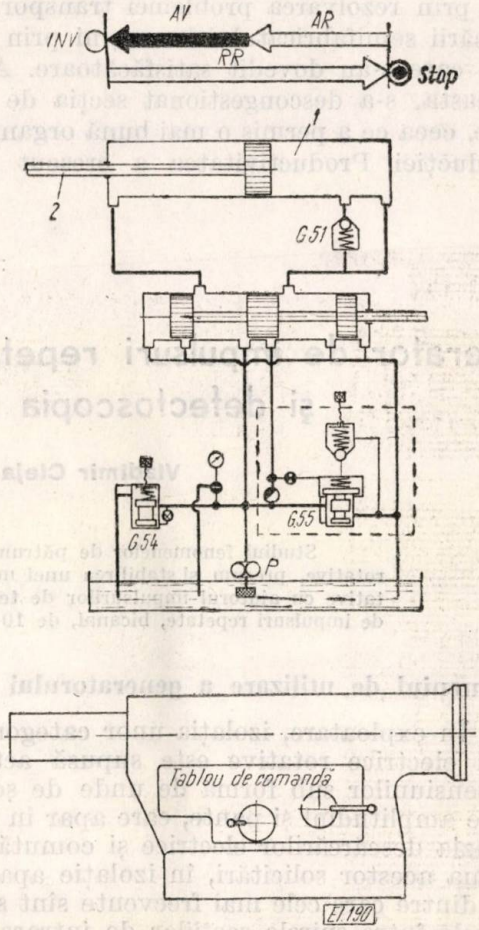


Fig. 8. Păpușă mobilă cu pinolă hidraulică:
AV — avans de lucru; *AR* — apropiere rapidă; *RR* — retragere rapidă; *G51* — supapă de reținere; *G54* — sertăraș de presiune; *G55* — ventil de laminare cu regulator și supapă de siguranță.
Caracteristici: lungimea de burghiere 350 mm; diametrul maxim de burghiere în oțel calitatea OL50, diametrul 36 mm; forța maximă de împingere 1 500 kg; avansuri de lucru 0—0,76 m/min; viteza de apropiere rapidă 4 m/min; viteza de retragere rapidă 10,6 m/min; presiunea de lucru 25 at; debit de ulei 30 dm³/min; lichidul hidraulic ulei T 5 003 — 5 005; puterea motorului de antrenare pompă 1,7 kW — 1 000 rot/min.

Alimentarea sistemului se face de la o pompă cu roți dințate de tip „I. C. Frimu" — Sinaia, care împreună cu motorul și rezervorul de ulei sînt montate sub mașină.

Din punct de vedere constructiv, elementele care trebuie îngrijit executate sînt elementele distribuitorului și cilindrului de forță.

Corpul pinolei se execută din fontă și pentru a se elimina problemele de calitate deosebită a turnării, pentru cilindrul de forță s-a adoptat soluția cu cămașa amovibilă.

Pe lîngă acestea, paralelismul și înălțimea de la axa de lucru constituie probleme cărora trebuie să li se acorde atenția cuvenită.

Concluzii

Prin darea în exploatare a liniei de prelucrare a arborilor s-a îmbunătățit simțitor procesul de producție în acest domeniu, mai cu seamă prin rezolvarea problemei transportului și ridicării semifabricatului la mașini prin mijloacele care s-au dovedit satisfăcătoare. Afară de aceasta, s-a descongestionat secția de prelucrare, ceea ce a permis o mai bună organizare a producției. Productivitatea a crescut simțitor.

Pe viitor se pune problema prelucrării și a altor piese, ca de exemplu scuturi și carcase, în linii care să asigure îmbunătățirea calității și creșterea productivității muncii.

Bibliografie

[1] *Aizemberg, S.* Manualul proiectantului de fabrici de mașini. București, 1952 (traducere din limba rusă).
[2] *Bugeanu, P.* Probleme tehnologice noi în fabricația viitoarei serii unitare de motoare asincrone (II). În: Electrotehnica, nr. 7, 1959.
[3] *Azorov, O. S.* Prelucrarea cu mare randament a arborilor în industria constructoare de mașini. București, IDT, 1951 (traducere din limba rusă).
[4] *Crișan, I.* Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor electrice asincrone. În: Electrotehnica, nr. 6, 1958.
[5] *Cotta, A.* Dispozitive pentru prelucrarea arborilor la strung. București, IDT, 1961.
[6] *Vinogradov, N. V.* Proizvodstvo elektriceskih mașin. Moscova—Leningrad, Gosenergoizdat, 1961.
[7] *Bogdanovici, I. B.* Mecanisme hidraulice pentru mișcarea de translație. București, IDT, 1961.
[8] *Tiporin, I. A.* și *Kuznețov, I. I.* Construcția dispozitivelor pneumatice și hidraulice. București, Editura tehnică, 1962.
[9] *Ivanov, A. P.* Mecanizarea și automatizarea proceselor tehnologice în construcția de mașini. București, Editura tehnică, 1961.

Intrat în redacție la 15.01.1963

Generator de impulsuri repetate pentru studiul comportării la impuls și defectoscopia mașinilor electrice rotative

Vladimir Cleja și **Teodor Vascan*** — București

CZ 621.317.333.82 : 621.313

Studiul fenomenelor de pătrundere a undei de impuls în înfășurările mașinilor electrice rotative, precum și stabilirea unei metode de defectoscopie a izolației mașinilor electrice rotative cu ajutorul impulsurilor de tensiune, prezintă un mare interes. Se descrie generatorul de impulsuri repetate, bicanal, de 10 kV, realizat la ICET.

1. Domeniul de utilizare a generatorului

1.1. În exploatare, izolația unor categorii de mașini electrice rotative este supusă acțiunii supratensiunilor sub formă de unde de șoc de diferite amplitudini și pante, care apar în rețea cu ocazia descărcărilor electrice și comutărilor. În urma acestor solicitări, în izolație apar defecte, dintre care cele mai frecvente sînt scurtcircuitele între spirele secțiilor de intrare. Cunoașterea caracterului repartiției tensiunii de impuls, a rigidității dielectrice a mașinilor electrice rotative, la unda de impuls, prezintă o mare importanță pentru coordonarea izolației.

În mometul de față, comportarea la impuls a transformatoarelor este bine cunoscută, iar normele de încercare sînt precizate. Cu totul altul este stadiul acestei probleme la mașinile electrice rotative. Pentru acestea nu există încă o normă de încercare a ținerii la impuls. Publicația CEI 71 a Comitetului de Studii nr. 28, care tratează coordonarea izolației, exclude mașinile electrice, precizînd că se vor da indicații ulterioare [1].

Cercetările teoretice în acest domeniu [2], [3] nu oferă încă o bază pentru un calcul util practicii, iar lucrările experimentale [4], [5], [6] etc., deși numeroase, nu au epuizat problema. Ele au arătat că repartiția tensiunii de impuls pe înfășurări este foarte complexă.

Pentru elaborarea unor norme de încercare la impuls — care trebuie să se refere, printre altele, la forma undei, valoarea tensiunii de încercare, tipurile de mașini supuse încercării — sînt necesare în continuare cercetări experimentale cu privire la fenomenul de pătrundere a undei de impuls în înfășurare.

Studiul fenomenelor de impuls la mașinile electrice rotative, în scopul obținerii unui răs-

* Ing. *V. Cleja* este șef de laborator la Institutul de cercetări electrotehnice, iar ing. *T. Vascan* este cercetător la același institut.

puns la aceste întrebări, poate fi făcut în condiții optime cu ajutorul generatorului de impulsuri repetate, care s-a dovedit atît de util în tehnica impulsurilor la transformatoare.

1.2. Un al doilea scop pentru care a fost conceput aparatul este detectarea defectelor în înfășurările mașinilor electrice atît înainte cît și după introducerea secțiilor în crestături. Este vorba în special de scurtcircuitele între spire. Majoritatea metodelor de defectoscopie cunoscute nu dau rezultate bune în acest caz. Încercarea cu tensiune sporită (1,3 U_n), la 50 Hz, sau la frecvență mărită conform STAS 1893-50, sesizează doar scurtcircuitele nete între două spire. De altfel, din cauza încălzirii spirei se produc stricăciuni suplimentare prin arderea izolației secțiilor vecine. Deteriorarea parțială a izolației unei spire (caz destul de frecvent), nu este sesizată, pentru că tensiunea pe spiră, la o asemenea încercare, nu reproduce nici pe departe solicitarea care poate apărea în exploatare, datorită repartiției neliniare a tensiunii de impuls.

O metodă de defectoscopie modernă, mai eficace, se bazează pe folosirea tehnicii impulsului.

Un generator de impulsuri repetate produce unde de impuls de tensiune care sînt aplicate succesiv prin intermediul unui dispozitiv de comutare, pe fiecare din cele două faze supuse

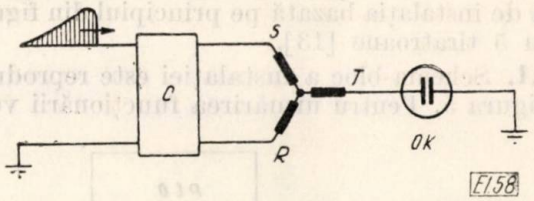


Fig. 1. Principiul de încercare a înfășurărilor mașinilor electrice.

încercării (fig. 1). Vizualizarea fenomenului se face cu ajutorul unui osciloscop catodic, care reproduce răspunsul la unda de impuls a fazelor impulsionate. Dacă cele două faze sînt identice,

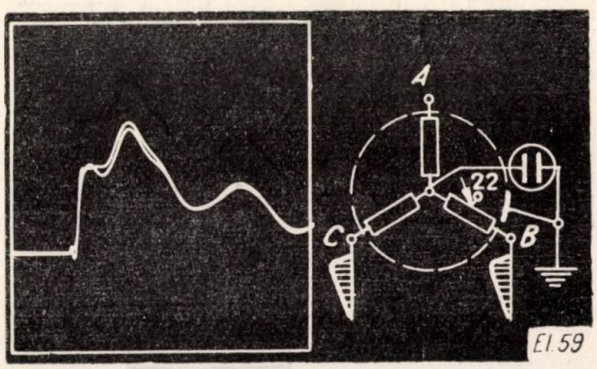


Fig. 2 Răspunsul la unda de impuls la un scurtcircuit între 2 spire în faza *B*.

pe ecranul tubului catodic apare imaginea statică a ambelor răspunsuri, identice și ele. La o perturbare a simetriei bobinajului pe una din faze, datorită unui defect, forma și amplitudinea răspunsului se modifică. În figura 2 se arată o astfel de oscilogramă ridicată cu acest aparat; dedublarea a fost provocată aici de un scurtcircuit între două spire, creat artificial în faza B, la un motor asincron de 4,5 kW, 577/1 000 V.

Alura răspunsului este tipică pentru fiecare fel de defect.

2. Producerea impulsurilor

2.1. Tehnica defectoscopiei cu ajutorul generatorului de impulsuri repetate, precum și toate problemele legate de comportarea la impuls a mașinilor electrice rotative, constituie o preocupare actuală a multor specialiști din diverse țări, iar soluțiile adoptate în construcția generatoarelor de impulsuri repetate sînt și ele numeroase [7], [8], [9] etc. Impulsurile se produc, fie cu ajutorul eclatoarelor [4], [8], fie pe cale electronică [9], [10]. Pentru observarea lor, precum și a răspunsurilor pe ecranul osciloscopului catodic, este necesară periodizarea impulsurilor și sincronizarea lor cu osciloscopul. Observarea impulsurilor se realizează, fie separat în timp pentru fiecare înfășurare [11], fie simultan, răspunsurile suprapunîndu-se pe același ecran. Evident că observarea simultană este preferabilă din toate punctele de vedere. Pentru aceasta este necesară comutarea impulsurilor în mod alternativ, pe fiecare înfășurare.

Comutarea se realizează, fie mecanic [8], [10], [12], fie electronic [1], [7]. Dezavantajele producerii și comutării mecanice a impulsurilor sînt legate de dificultățile construcției și întreținerii unor contacte la înaltă tensiune, în permanentă mișcare.

Undele de impuls folosite au o amplitudine variind de la cîteva sute de volți [11], [14] la 10 kV [4]. Tensiunile mici sînt utilizate pentru studiul repartiției tensiunii pe înfășurări și defectoscopiei la înfășurări cu izolația de email.

Din literatură rezultă că în numeroase țări au fost construite generatoare de impulsuri repetate destinate mașinilor electrice rotative. Astfel în U.R.S.S. s-au realizat aparatele: SM-1, SM-2, S-4, S-6-VEI, S-3-VEI, S-5-VEI, S-5-P-VEI, 10-1, 2K-7, V CI F-1-14, V CI F-2-3. Aparatul cel mai perfecționat S-5-VEI, produce impulsuri cu ajutorul unui tiratron. Tensiunea de impuls are amplitudinea pînă la 10 kV. Observarea se face pe un osciloscop separat.

În S.U.A., R.S.C., Suedia s-au construit generatoare cu comutare mecanică sau electronică, pentru tensiuni pînă la 10 kV.

2.2. Alegerea parametrilor generatorului se face ținînd seamă că aparatul — pentru a fi cît mai eficace — se impune să fie un agregat

unic, comutarea să se realizeze pe cale electronică, iar tensiunea și puterea în impuls să fie suficient de mari pentru tipul de mașini care urmează a fi încercate.

Forma undei, pentru studiul mașinilor electrice rotative, nu a fost normalizată. Această problemă a fost abordată și în cadrul CEI, la reuniunea comitetului de studii nr. 2, la Moscova [1], cînd s-a arătat că există posibilitatea ca o altă formă de undă decît 1/50 μs să fie mai convenabilă.

a) F r o n t u l u n d e i s-a ales reglabil în 14 trepte începînd cu 0,25 μs. Fronturile abrupte sînt necesare pentru că ele produc repartițiile de tensiune cele mai neuniforme, iar în exploatare se întîlnesc destul de des. Astfel se citează cazuri cînd chiar în rețelele de joasă tensiune au apărut unde de supratensiune cu frontul $T_f = 1$ μs [9].

Fronturile lente (2 ... 3 μs) produc repartiții de tensiune mai uniforme și sînt necesare la încercarea mașinilor cu izolația din email. Afară de aceste considerente, reglarea frontului este necesară și pentru studierea pătrunderii undei de impuls în înfășurări.

b) D u r a t a s e m i a m p l i t u d i n i i. Dacă spatele undei este de cîteva ori mai mare ca frontul, repartiția tensiunii este dictată numai de front. Aceasta ar face posibilă folosirea unor unde cu durata semiamplitudinii $T_q <$ < 50 μs, pentru anumite mașini care cer generatoare puternice de șoc. S-a prevăzut obținerea a 3 valori ale duratei semiamplitudinii $T_q \simeq$ $\simeq 25 \ldots 100$ μs.

Amplitudinea undei de impuls. Pentru a putea încerca o gamă cît mai largă de mașini electrice, inclusiv motoarele de 6 kV, la care după unii autori [11] pentru încercarea secțiilor este necesară o tensiune de circa 8 kV, s-a ales amplitudinea impulsurilor de tensiune: $U_{max} =$ $= 10$ kV, tensiune obținută direct, fără intermediul vreunui transformator ridicător.

Frecvența de repetiție a impulsurilor este de 50 imp/s pe fiecare din cele două canale, aleasă astfel pentru a putea utiliza drept frecvență-pilot, frecvența de 50 Hz a rețelei; aceasta conduce și la comoditatea observării imaginii pe ecranul oscilografului.

3. Instalația realizată

În aparatul construit la ICET s-a folosit principiul din figura 3, în care G_1 și G_2 reprezintă două generatoare identice, iar C un comutator electronic care declanșează succesiv, la intervale regulate, cele două generatoare.

Deoarece comutarea se realizează în circuitele de comandă ale generatoarelor, puterea pentru care se dimensionează comutatorul este infimă și acesta poate fi realizat cu tuburi electronice obișnuite. Aceasta reprezintă un avantaj tehnico-economic substanțial față de aparatele care întrebuințează un alt principiu, și anume cel din figura 4.

Aici se folosește un singur generator, ale cărui impulsuri de ieșire sînt comutate succesiv către

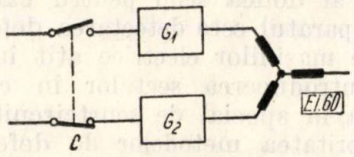


Fig. 3. Principiul de încercare aplicat la ICET.

cele două faze supuse încercării. În acest caz comutatorul trebuie să realizeze comutarea întregii puteri produse de generator și prin urmare trebuie construit cu elemente de aceeași

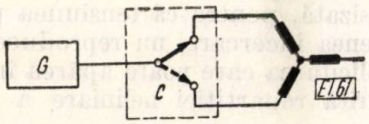


Fig. 4. Principiul de încercare prin comutare în circuitul de putere.

putere ca generatorul. Ținînd seama de costul ridicat al tiratroanelor de înaltă tensiune și de necesitatea unor transformatoare izolate pentru încălzirea lor, ca și de consumul de circa 100 W pentru fiecare tiratron, rezultă clar avantajele unei instalații cu două tiratroane (fig. 3) față de instalația bazată pe principiul din figura 4 cu 5 tiratroane [13].

3.1. Schema-bloc a instalației este reprodusă în figura 5. Pentru urmărirea funcționării vom

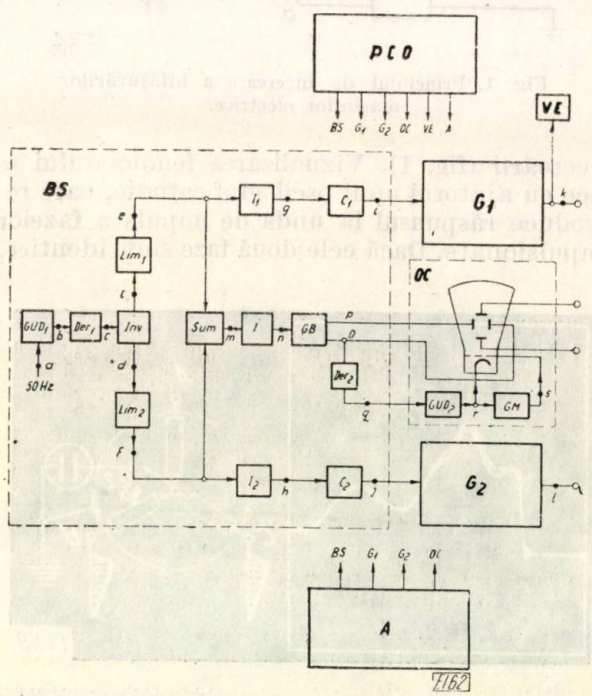


Fig. 5. Schema-bloc a instalației.

utiliza diagrama de timp a impulsurilor în diferite puncte (fig. 6). Frecvența rețelei este folosită drept frecvență-pilot pentru generatorul de undă dreptunghiulară „GUD_1". Semnalele

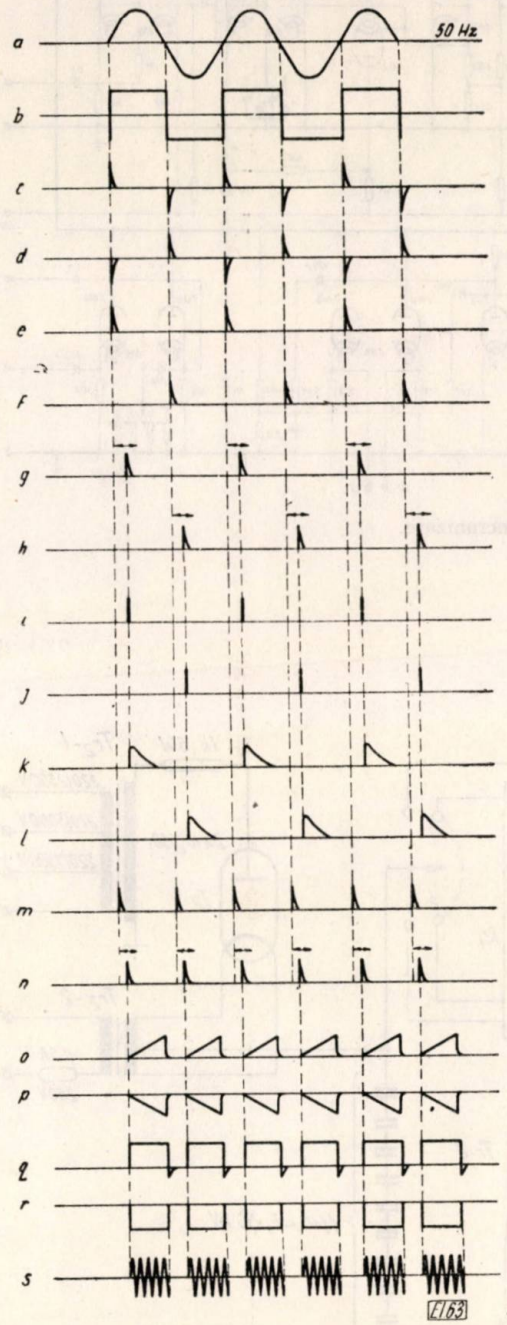


Fig. 6. Diagrama de timp a tensiunii în diferite puncte ale instalației.

dreptunghiulare de la ieșirea lui sînt derivate de circuitul „Der_1". Cu ajutorul blocului de inversare „Inv" și de limitare „Lim_1" și „Lim_2" se obțin pe două canale (punctele *e* și *f*) vîrfuri pozitive cu frecvența de 50 Hz pe fiecare canal, decalate între ele cu 10 ms. Aceste impulsuri sînt utilizate la declanșarea generatoarelor de impulsuri repetate G_1 și G_2. Comenzile de declanșare se dau prin circuitele de întîrziere reglabilă I_1 și I_2 care realizează un decalaj între impulsuri, între 0 ... 800 μs. Blocurile C_1 și C_2 sînt amplificatoare care asigură impulsurilor de declanșare un nivel suficient pentru acționarea generatoarelor G_1 și G_2.

Pe de altă parte impulsurile din cele două canale (*e* și *f*) acționează asupra unui etaj sumator „*sum*" la ieșirea căruia (*m*) apar vîrfuri pozitive cu frecvența de 100 imp/s utilizate la declanșarea generatorului impulsurilor de baleiaj (*GB*) pentru oscilograful catodic. Evident că frecvența de 100 imp/s a impulsurilor de baleiaj este necesară pentru observarea simultană a impulsurilor generate de ambele generatoare G_1 și G_2.

Declanșarea generatorului de baleiaj *GB* se efectuează printr-un circuit de întîrziere variabilă *I* care face ca baleiajul să apară în orice moment (ales de operator în limitele 0 ... 1 000 μs) al existenței impulsurilor generate de G_1 și G_2. Deoarece durata minimă a impulsurilor de baleiaj este de 8 μs, rezultă că schema permite analiza oricărei porțiuni de durată de 8 μs a fenomenului studiat, desfășurată pe întregul ecran al oscilografului.

Blocarea tubului catodic în intervalul dintre două impulsuri de baleiaj se realizează printr-un impuls dreptunghiular aplicat pe catodă și generat de generatorul GUD_2. Acesta din urmă amplifică impulsurile dreptunghiulare obținute din derivarea impulsurilor de baleiaj (Der_2). În felul acesta se reduce la minimum decalajul dintre impulsul de baleiaj și impulsul de deblocare a tubului catodic. Aceleași impulsuri dreptunghiulare sînt utilizate la declanșarea generatorului impulsurilor de marcaj a timpului (*GM*). Impulsurile de marcaj se aplică pe electrodul de comandă a tubului catodic și astfel modulează în intensitate spotul luminos.

Blocul *VE* este un voltmetru electronic de vîrf, conectat la ieșirea unuia din generatoare. S-a notat cu *PCO* panoul de comandă și observare, care cuprinde butoanele de manevrare și aparatele de măsură, iar cu *A* — blocul de alimentare, care conține o sursă de tensiune de +300 V, stabilizată electronic, una de −150 V stabilizată ionic, precum și sursele de tensiune de c.a. necesare în schemă.

3.2 Blocul de sincronizare este redat în figura 7 și îndeplinește funcțiunile descrise în schema-bloc. Astfel GUD_1 este realizat cu tubul T_1 montat în schemă de circuit monostabil. T_2 *a* este un amplificator cu sarcina distribuită și corespunde blocului „*Inv*" din schema-bloc. Cele două triode ale tubului T_9 corespund la Lim_1 și Lim_2, iar T_{10} și T_{12} corespund la I_1 și I_2. Aceste tuburi sînt montate în schemă de circuit monostabil, cu reacție pe catodă.

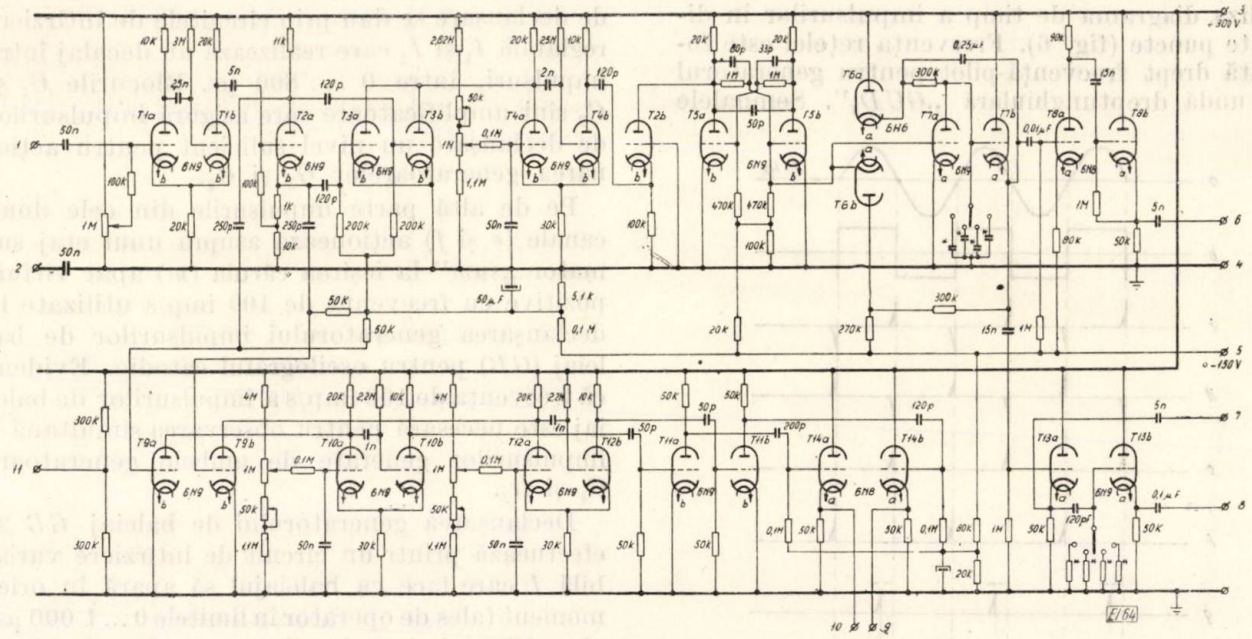


Fig. 7. Schema blocului de sincronizare.

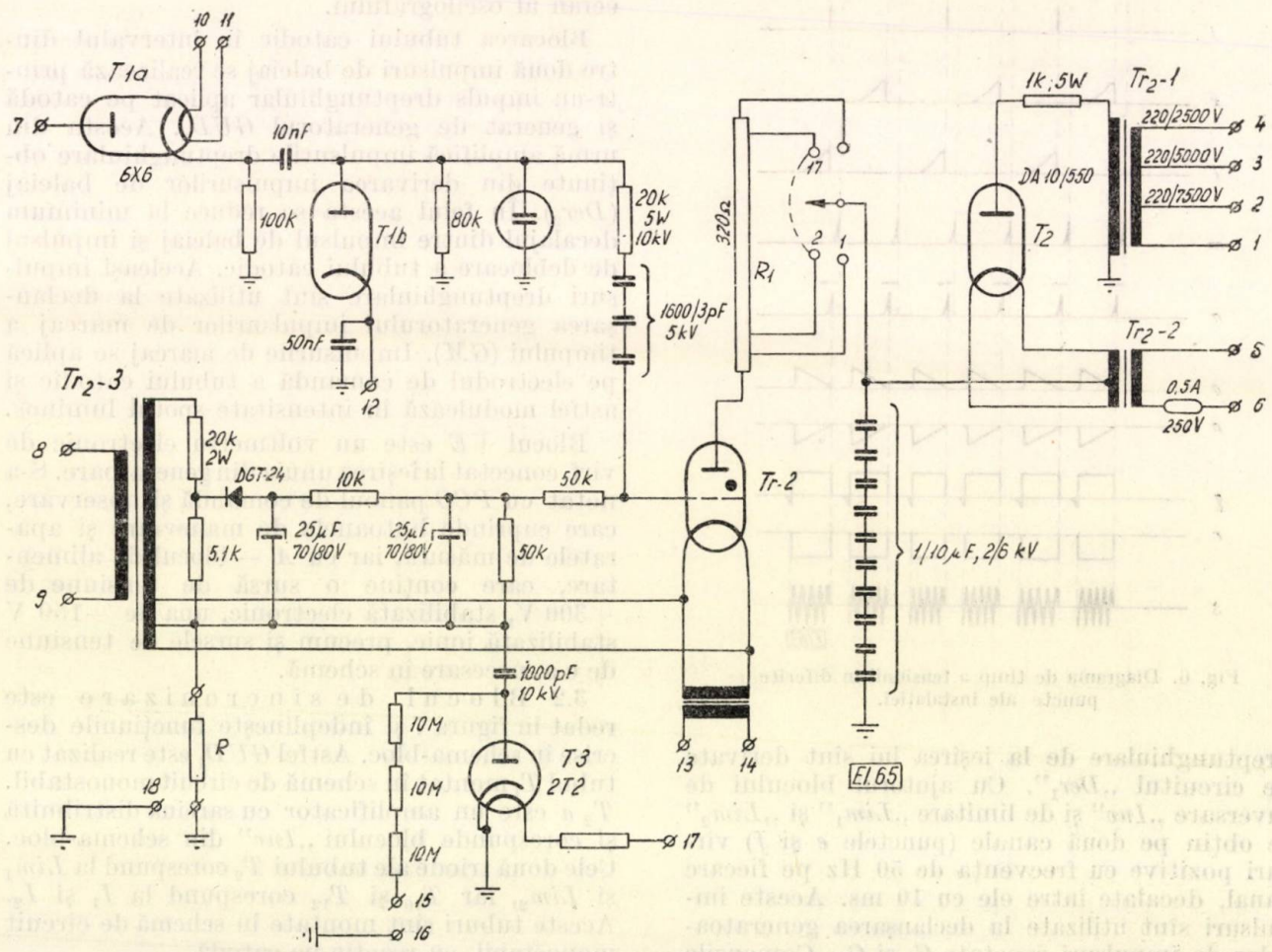


Fig. 8. Schema de principiu a unui generator.

Durata impulsului generat este determinată de potențialul între grilă și masă, potențial reglabil cu ajutorul unui potențiometru de 1 MΩ. Frontul posterior al impulsului generat de monostabil, selectat printr-un circuit de derivare, reprezină un impuls întîrziat față de impulsul de comandă.

Blocurile C_1 și C_2 sînt realizate cu tuburile T_{11} și T_{14}.

Etajul sumator „*sum*" este realizat cu dubla triodă T_3, iar întîrzierea I cu T_4 (analog cu blocurile I_1 și I_2).

Generatorul de baleiaj este realizat cu tuburile T_5, T_6, T_7, T_8 și T_{13a}. Bistabilul T_5 este comandat de impulsul de declanșare a bazei de timp prin T_{2b}. În felul acesta se blochează T_{5b} și odată cu ea T_{7a}. Aceasta duce la încărcarea (după o exponențială) a condensatorului C prin rezistența R și dioda T_{6a}. Repetorul catodic T_{7b}, prin condensatorul de 0,25 μF, reproduce tensiunea de pe condensatorul C la borna de sus a rezistenței R. În felul acesta, la un coeficient de amplificare al repetorului catodic egal cu 1, încărcarea lui C se va face cu curent constant și deci tensiunea la bornele lui va crește absolut liniar. În realitate coeficientul de amplificare este puțin subunitar și deci liniaritatea tensiunii de baleiaj nu este absolută. Terminarea încărcării condensatorului (durata impulsului de baleiaj) este determinată de faptul că în momentul în care tensiunea de baleiaj atinge o anumită valoare, prin divizorul rezistiv din catoda lui T_{7b} și prin dioda T_{6b} se comandă din nou bistabilul T_5 care revine la starea inițială.

Pentru a obține ieșirea simetrică, impulsul de baleiaj se inversează prin T_{8a}. Tuburile T_{8b} și T_{13a} sînt amplificatoare cu sarcina pe catodă.

Tubul T_{13b} este amplificatorul impulsului dreptunghiular obținut prin derivarea impulsului de baleiaj.

3.3. Generatoarele de impuls. Schema unuia dintre generatoare este dată în figura 8. Capacitatea C se încarcă printr-o rezistență la valoarea de vîrf a semialternanței pozitive prin tubul T_2. Pe durata acestei perioade tira-

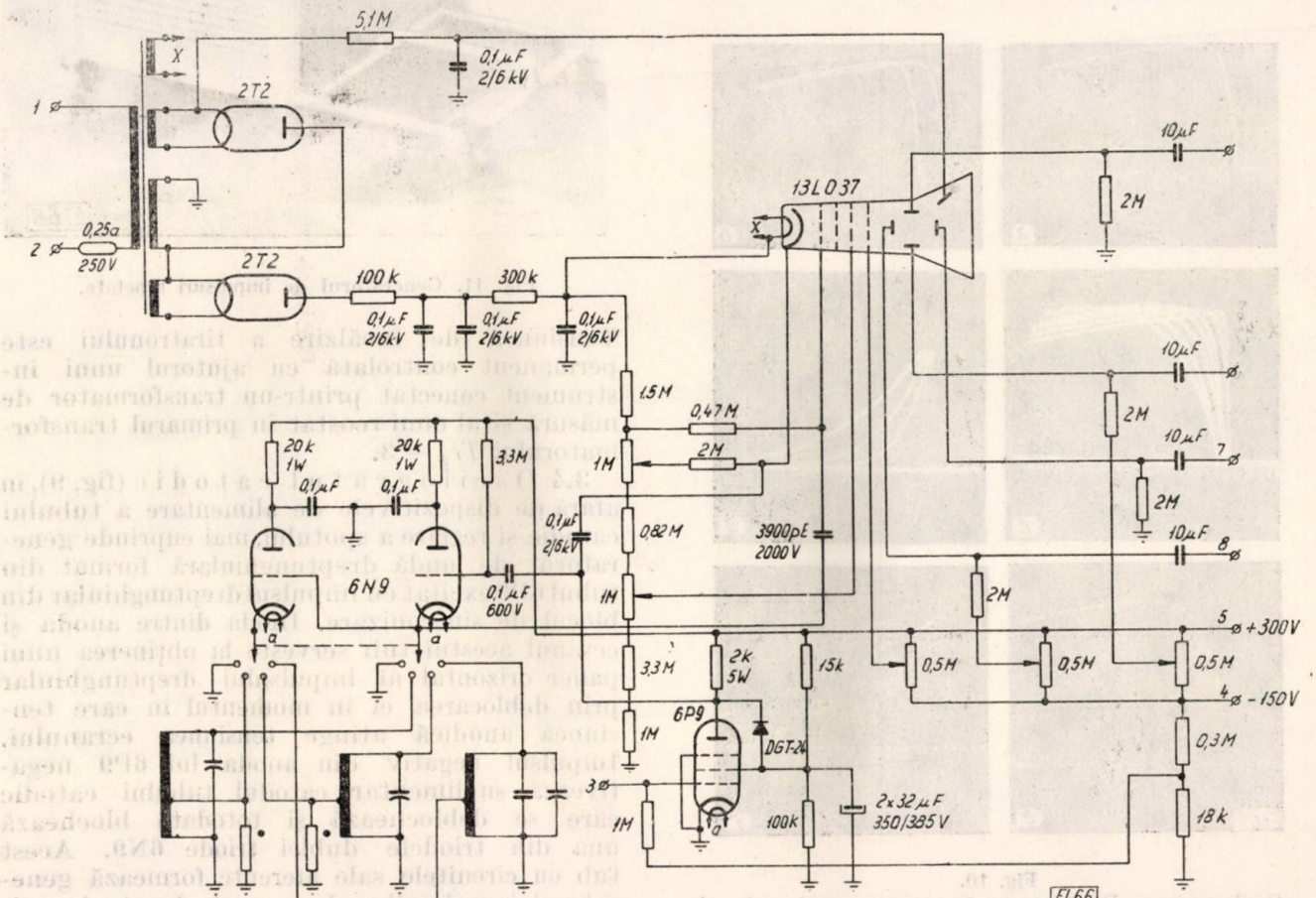


Fig. 9. Schema de principiu a osciloграfului catodic.

tronul Tr_2 este blocat de tensiunea negativă a redresorului de blocare cu diodă de germaniu.

În momentul începerii semialternanței următoare (cu o întîrziere aleasă de operator) prin T_{1a} se transmite de la blocul de sincronizare la grila tiratronului un impuls pozitiv cu frontul foarte abrupt care deblochează tiratronul. Capacitatea C se descarcă pe rezistența R prin tiratron. Produsul RC determină durata semiamplitudinii, iar rezistența R_1 și capacitatea sarcinii, conectată paralel pe R (nereprezentată în schemă), determină durata frontului.

La deblocarea tiratronului potențialul catodei lui crește brusc la tensiunea maximă de impuls iar potențialul grilei urmărește îndeaproape potențialul catodei. Pentru a împiedica propagarea unui impuls de tensiune înaltă de la grila tiratronului spre blocul de sincronizare se utilizează schema de declanșare cu un tub cu neon cu tensiunea de lucru de 90 V, tubul T_{1b} cu catoda polarizată la 100 V și tubul T_{1a}. Se observă că în felul acesta unda de tensiune înaltă este puternic atenuată de la tiratron spre blocul de sincronizare. În același timp impulsul de declanșare de circa 80 V trece în sens contrar cu o atenuare neglijabilă. Amplitudinea impulsului se reglează printr-un autotransformator în primarul transformatorului Tr_2 — 1.

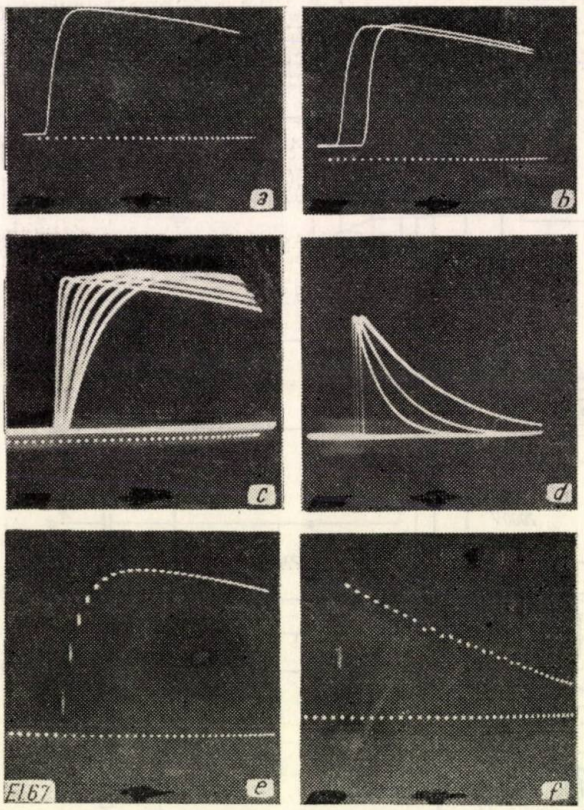


Fig. 10.
Oscilograma *a* — Două impulsuri suprapuse, produse de cele două generatoare.
Oscilograma *b* — Cele două impulsuri decalate.
Oscilograma *c* — Posibilități de reglare a frontului.
Oscilograma *d* — Posibilități de reglare a semiamplitudinii.
Oscilograma *e* — Marcaj cu 1 μs pe frontul undei.
Oscilograma *f* — Marcaj cu 5 μs pe spatele undei.

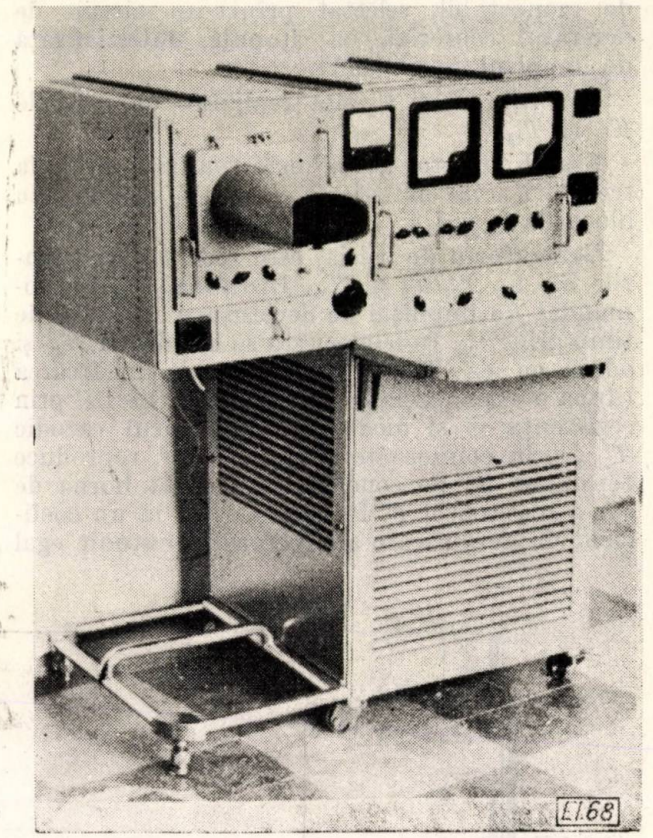


Fig. 11. Generatorul de impulsuri repetate.

Tensiunea de încălzire a tiratronului este permanent controlată cu ajutorul unui instrument conectat printr-un transformator de măsură și al unui reostat în primarul transformatorului Tr_2 — 3.

3.4 Osciloscopul catodic (fig. 9), în afară de dispozitivele de alimentare a tubului catodic și reglare a spotului, mai cuprinde generatorul de undă dreptunghiulară format din tubul 6P9 excitat cu impulsul dreptunghiular din blocul de sincronizare. Dioda dintre anoda și ecranul acestui tub servește la obținerea unui palier orizontal al impulsului dreptunghiular prin deblocarea ei în momentul în care tensiunea anodică atinge tensiunea ecranului. Impulsul negativ din anoda lui 6P9 negativează suplimentar catodul tubului catodic care se deblochează și totodată blochează una din triodele dublei triode 6N9. Acest tub cu circuitele sale aferente formează generatorul impulsurilor de marcaj. Aceste impulsuri apar ca trenuri de unde sinusoidale într-unul din circuitele oscilante la blocarea triodei. Cealaltă triodă servește la obținerea unei reacții pozitive pentru menținerea oscilațiilor în circuitul oscilant. Aceste oscilații sînt dirijate spre

grila tubului catodic unde modulează în intensitate fasciculul de electroni. Frecvențele de acord ale celor 3 circuite oscilante sînt 0,2 MHz, 1 MHz și 2 MHz ceea ce corespunde la intervale de marcaj de 5 μs, 1 μs și 0,5 μs.

Oscilografierea. La o variație a tensiunii rețelei ±2%, se obține o stabilitate suficientă a imaginii pe ecranul tubului catodic, astfel ca să fie posibil suprapunerea impulsurilor și fotografierea cu timpi mari, de ordinul a 20 ... 30 s. În figura 10 se arată posibilitățile aparatului în acest domeniu.

Oscilograma *a* arată suprapunerea perfectă a impulsurilor produse de cele două generatoare. Oscilograma reprezintă aceleași impulsuri, decalate. Oscilogramele *c* și *d* dau o imagine asupra posibilităților de reglare a frontului și respectiv a semiamplitudinii. Oscilogramele *e* și *f* dau exemple de marcaj pe frontul undei cu 1 μs și respectiv pe spatele undei cu 5 μs.

3.5 Panoul de comandă și observare conține dispozitivele de comandă manuală: întreruptoare, potențiometre, comutatoare etc., precum și instrumentele de măsură și semnalizare.

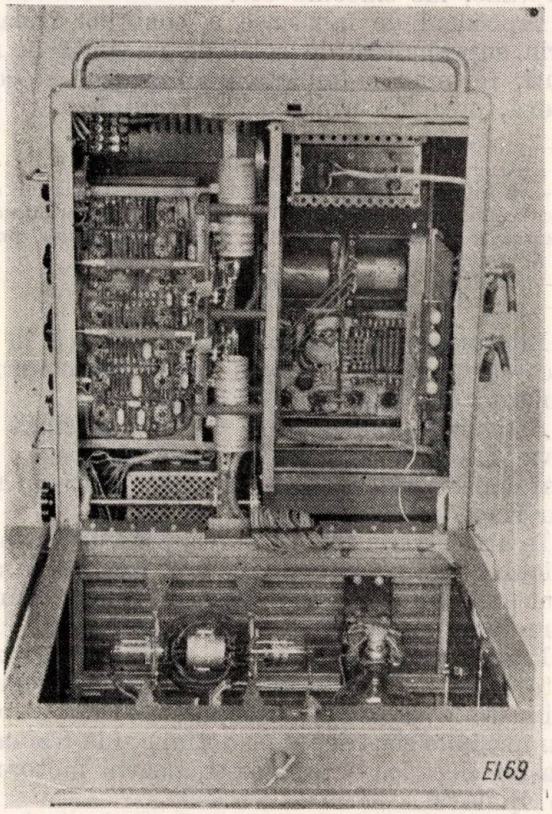


Fig. 12. Generatorul de impulsuri repetate rabătut.

3.6. Construcția aparatului a fost realizată ca un pupitru cu o formă care permite o poziție comodă de observare și manevrare, figura 11. Pentru a face accesul ușor și rapid la oricare bloc, partea superioară a pupitrului poate fi rabătută cu 90°, figura 12. Părțile funcțional

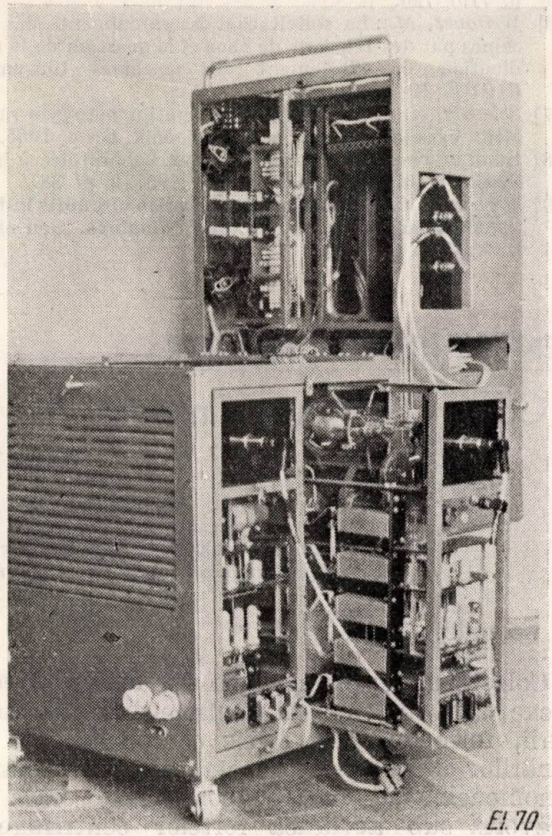


Fig. 13. Generatorul de impulsuri repetate — vedere din spate, cu un bloc generator scos.

comune ale schemei au fost grupate în blocuri culisante și dispuse în două etaje: la cel inferior generatoarele G_1 și G_2 (fig. 13), iar la cel superior restul blocurilor. Sistemele de comandă au avut în vedere asigurarea securității atît a aparaturii, cît și a operatorului, accesul acestuia la bornele de înaltă tensiune în timpul lucrului nefiind posibil. Deschiderea pupitrului întrerupe tensiunea de alimentare și descarcă condensatoarele din generatoare.

S-a obținut ca instalația, deși complexă, să fie compactă și robustă. Datorită gamei largi de posibilități pe care le oferă, ea are un caracter de instalație de cercetare.

Bibliografie

[1] CEI, 2 (France) 410: Essais au choc des machines électriques tournantes, iunie 1958.

[2] *Kern, B.*: Über das Eindringen von Stossspannungen in Wicklungen elektrischer Maschinen und die Beanspruchungen der Isolierung, Elektrotechn. Z. — A, **78** (1957) 23, S. 849—858.

[3] *Monnet, M.M.*: La répartition des tensions de choc sur les enroulments statoriques des machines tournantes. Rev. gén. Électr., **42** (1958) 9, p. 507—519.

[4] *Mamikonianț, L.G.* : Ispîtania vitkovoi izoliații elektriceskih maşin. Moskva — Leningrad, Gosenergoizdat, 1959.
[5] *Descans, M. F.* : Essais aux ondes de choc des moteurs à haute tension. Bull. Soc. franç. Électr. 35 nov (1953) p. 719—726.
[6] *Wellauer, M.* : La solicitation des enroulments des machines par des tensions de choc et la question de la coordination de l'isolement des machines tournantes. CIGRÉ 1946, rap. nr. 117.
[7] *Schwarz, K.* : Zkouseni isolace vinuti napetovym razem. MEZ Vyvojovy zavod, narodni podnik. Brno, 1955.
[8] Essai au choc des petits bobinages. Laboratoire à haute tension Ludvika. ASEA-Rev **29** (1957) 2, p. 38.
[9] *Hallek, M. C.* : Detection and Location of Faults in Fractional Horsepower Motor Stator Windings. Gen electr. Rev., **51** (1948) 10.
[10] *Buchanan, L.W.* : The Application of Surge Comparation Testing Equipement to Fractional Horsepower A-C, Stator Windings. AIEE-Trans., **66** (1947), p. 1356—1358.
[11] *Smirnov, M. V.* : Kontrol i ispîtanie obmotok elektriceskih maşin i apparatov. Gosenergoizdat, Moscova, 1955.
[12] *Mosses, G. L., Harter E. F.* : Winding — Fault Detection and Location by Surge-Comparison Testing. AIEE- Trans., **64** (July 1945), p. 499—504.
[13] *Strnad, I.* : Electronica tehnică. Editura Tehnică, 1959 Bucureşti.
[14] *Smirnov, M. V.* : Ispîtania vitkovoi izoliații obmotok Elektrodvigatelei v usloviah ekspluatații. Elektricestvo, **76** (1955), 5, p. 49—51.

Intrat în redacție la 26.11.1962

PENTRU TÎNĂRUL INGINER

Conuri izolante din solzi de micanită pentru colectoarele maşinilor electrice rotative

Valerian Lică şi Mihai Iruncă — Bucureşti*

Conurile izolante în mai multe rînduri de solzi conferă caracteristici tehnice corespunzătoare performanțelor impuse. Lucrarea indică metoda de calcul şi procedeul de fabricare.

CZ 621.313.2.047.24

1. Considerații generale

Colectorul reprezintă una din cele mai complexe părți ale maşinii electrice datorită structurii, formelor geometrice complicate ale îmbinărilor dintre piesele metalice şi cele izolante, fenomenelor dinamice complicate care se dezvoltă sub acțiunea forțelor centrifuge şi dilatărilor produse de variațiile de temperatură [1].

Dintre piesele izolante care se utilizează la construcția colectorului, un rol important în ceea ce priveşte asamblarea şi funcționarea de lungă durată îl au conurile izolante.

Ele servesc pentru izolarea coroanei lamelelor de cupru ale colectorului, de piesele de strîngere, şi trebuie să suporte presiunea considerabilă transmisă asupra lor de către inelele conice de oțel [2].

Conurile izolante trebuie să îndeplinească următoarele condiții principale :

— grosime uniformă pe toată suprafața în limita toleranțelor impuse ;
— structură compactă şi cît mai omogenă ;
— compresibilitate cît mai mică la montaj şi exploatare ;
— proprietăți mecanice (flexibilitate, rezistență la rupere, etc.) suficiente ;
— rezistență la umiditate ;
— proprietăți dielectrice corespunzătoare ;
— stabilitate termică corespunzătoare clasei de izolație a maşinii electrice respective.

Conurile izolante se fabrică din micanită de formare, flexibilă la cald. Micanita de formare este un material electroizolant fabricat în formă de coli, pe bază de mică în foițe sau hîrtie de mică, încleiate cu diferiți lianți : şelac, lac gliptalic, lac siliconic etc.

Procedeul de fabricare a conurilor izolante prin suprapunere de solzi de micanită în rînduri, formînd o împletitură omogenă şi complexă, prezintă următoarele avantaje :

— grosime uniformă şi aspect corespunzător ;
— structură omogenă şi compactă ;
— în timpul montajului la cald în colectorul maşinii electrice conul suportă corespunzător strîngerea, permițînd în cazuri extreme deplasarea solzilor, fără ca integritatea conului să fie compromisă ;
— rigiditatea dielectrică sporită ;
— proprietăți mecanice ridicate.

Literatura de specialitate este săracă în indicarea datelor necesare fabricării conurilor izolante din solzi de micanită.

Articolul publicat anterior [3] prezintă cîteva date în acest sens însă tratează numai construirea conurilor formate dintr-un singur rînd de solzi.

În articolul de față se indică procedeul pentru calculul şi fabricarea de conuri izolante în mai multe rînduri de solzi, ceea ce conferă conului caracteristici tehnice la performanțele impuse.

Procedeul a fost aplicat şi verificat cu rezultate bune pe diferite tipuri de conuri izolante utilizate la uzinele Electroputere—Craiova pentru maşinile electrice de tracțiune şi la Uzina de maşini electrice — Bucureşti, pentru motoarele de tip naval.

2. Principii constructive

Conul izolant este format din mai multe rînduri de solzi de micanită (fig. 1). Fiecare rînd este construit din solzi aşezați unul peste altul la o distanță numită pas de suprapunere p. (fig. 2).

* Ing. *V. Lică* este şef serv. tehnic la FCME, iar *M. Iruncă* este tehnolog la aceeaşi întreprindere.

Rîndurile care vin în contact cu suprafețele exterioară și interioară ale conului se numesc rînduri de margine. Rîndurile care se situează între rîndurile de margine se numesc rînduri de

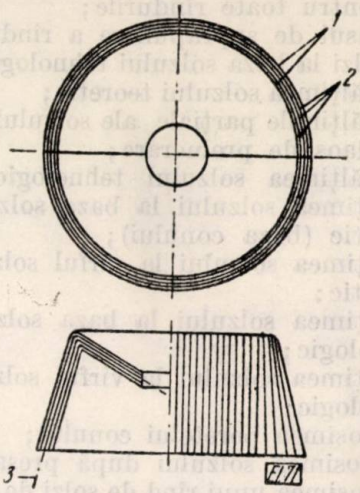


Fig. 1 :
1 — rîndur(de margine; *2* — rînduri de mijloc.

mijloc. Conul izolant este alcătuit din două rînduri de margine și un număr de rînduri de mijloc în funcție de grosimea peretelui conului. Toate rîndurile de solzi sînt alcătuite din solzi avînd aceeași formă și dimensiuni.

Din încercările tehnologice întreprinse de noi s-a stabilit că numărul de rînduri de mijloc trebuie să fie conform tabelei 1.

Tabela 1

Grosimea peretelui conului g, mm	Numărul de rînduri de mijloc, n_m
1—1,2	0
1,3—1,5	1
1,6	2
1,7—1,9	3
2—2,4	4
2,5—3	5

Pentru rîndurile de solzi de margine ale conului se recomandă un pas de suprapunere măsurat la baza solzului, $p_M = 3$ mm.

Acest pas mic de suprapunere asigură posibilitatea tunderii corespunzătoare a conului la dimensiuni, fără a se produce exfolieri în timpul tunderii.

Rîndurile de solzi de mijloc se recomană a avea un pas de suprapunere p_m egal cu jumătate din lățimea solzului.

Această construcție s-a dovedit a prezenta o împletitură complexă și totuși economică a solzilor, care conferă conului izolant o rezistență mărită la rupere și o flexibilitate necesară în timpul montajului și exploatării mașinii electrice.

De asemenea datorită numărului mare de rînduri de solzi secțiunea de rupere va avea o lungime mărită.

Lungimea secțiunii de rupere va fi aproximativ egală cu numărul de rînduri de solzi înmulțit cu lățimea solzului. Acest fapt asigură conului izolant o rigiditate dielectrică suficientă în cazul ruperii lui în timpul montajului sau exploatării.

Stabilirea inițială a pasului de suprapunere și a numărului de rînduri de solzi elimină tatonările costisitoare pentru determinarea acestora.

Menționăm că la stabilirea acestora s-a avut în vedere ca lățimea solzilor de micanită la

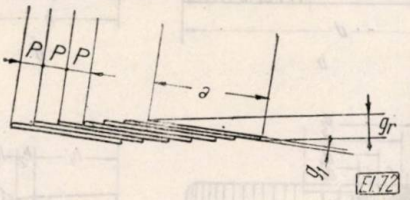


Fig. 2

bază să fie cuprinsă între 15 și 35 mm, în scopul obținerii unei formări la cald și a unei flexibilități corespunzătoare a conurilor izolante, așa cum a arătat experiența.

Cele mai bune rezultate s-au obținut folosind micanită de formare cu grosimea 0,11÷0,12 mm, grosimea după presare în matriță fiind 0,09 mm.

3. Determinarea dimensiunilor solzilor

Relațiile pentru determinarea dimensiunilor solzilor, care vor fi stabilite în cele ce urmează, se referă la 3 tipuri de conuri, cele mai reprezentative (fig. 3 *a*, *b*, *c*,)

Forma solzilor este determinată de următoarele elemente :

— forma conului ;

— grosimea peretelui conului trebuie să fie aceeași atît în lungul generatoarei cît și pe circumferința conului ;

— solzii se așază paralel cu generatoarele conului.

Forma solzilor este arătată în figurile 3 *a'*, *b'*, *c'*. Pentru porțiunile conice și orizontale din profilul conului solzii au forma de trapez, pentru porțiunile cilindrice solzii au forma de dreptunghi iar pentru porțiunile de racordare din profilul conului laturile solzului sînt porțiuni dintr-o cosinusoidă de forma $y = K_1 + K_2 \cos x$.

Din cauza greutăților de tăiere a solzilor după conturul din figurile 3 *a'*, *b'*, *c'* se adoptă o formă de trapez a solzului (fig. 4). Acest fapt nu duce la deficiențe în construcția conului, deoarece utilizînd solzi sub formă de trapez,

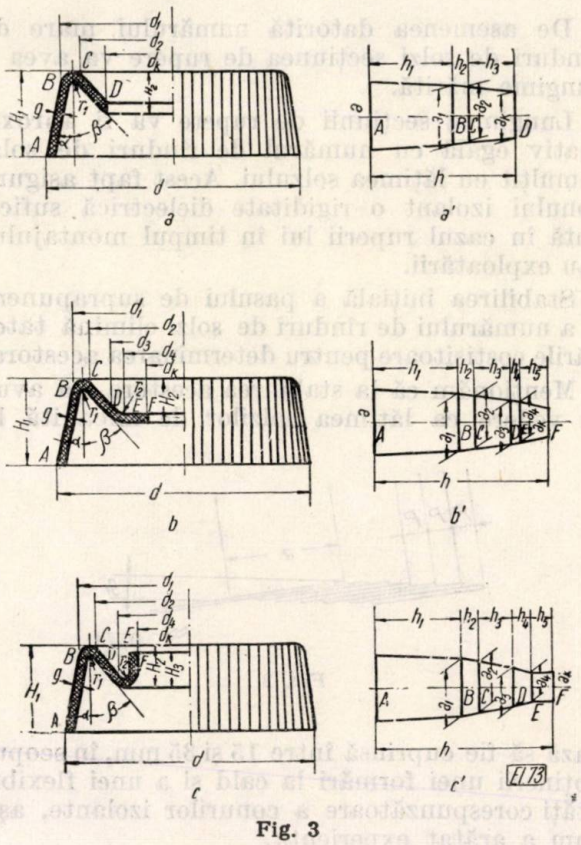


Fig. 3

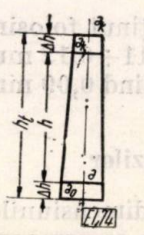


Fig. 4

depășirile care se obțin față de grosimea nominală a conului (cca. $\pm$ 0,05 mm în diverse puncte) sînt mult mai mici decît toleranțele admise la grosimea nominală a conului, indicate în normele internaționale.

Notațiile care vor interveni în cuprinsul articolului sînt următoarele:

p — pasul de suprapunere la baza solzului teoretic* (baza conului);

p_M — pasul de suprapunere a rîndurilor de margine la baza solzului teoretic, același pentru ambele rînduri;

p_m — pasul de suprapunere a rîndurilor de mijloc la baza solzului teoretic, același pentru toate rîndurile;

p_0 — pasul de suprapunere a rîndurilor de solzi la baza solzului tehnologic**;

h — înălțimea solzului teoretic;

h_1, h_2 — înălțimile parțiale ale solzului teoretic;

Δ_h — adaos de prelucrare;

h_t — înălțimea solzului tehnologic;

a — lățimea solzului la baza solzului teoretic (baza conului);

a_k — lățimea solzului la vîrful solzului teoretic;

a_o — lățimea solzului la baza solzului tehnologic;

a_v — lățimea solzului la vîrful solzului tehnologic;

g — grosimea peretelui conului;

g_1 — grosimea solzului după presare;

g_M — grosimea unui rînd de solzi de margine;

g_m — grosimea unui rînd de solzi de mijloc;

G — greutatea solzilor necesari construcției unui con;

γ — greutatea pe m² a micanitei de formare;

n — numărul rîndurilor de solzi;

n_M — numărul rîndurilor de solzi de margine;

n_m — numărul rîndurilor de solzi de mijloc;

Nr — numărul solzilor dintr-un rînd;

N — numărul total de solzi pentru construirea unui con;

$H_1, H_2, H_3, \alpha, \beta, r_1, r_2, d_1, d_2 \ldots d_k$ — dimensiuni ale conului*** (fig. 3);

R, R_1, P, P_1, l_0, l_1 — dimensiuni ale șablonului.

a) *Înălțimile parțiale și înălțimea totală a solzilor.* Înălțimile parțiale ale solzilor sînt egale cu lungimile generatoarei conului pe porțiunile considerate conform tabelei 2.

* Solz teoretic este solzul care derivă din profilul conului finit.

** Solz tehnologic este solzul teoretic plus adaosurile de prelucrare.

*** În calcule, dimensiunile conului se vor raporta la linia medie din profilul conului (fig. 1).

Tabela 2

Înălțimile parțiale	Conul 3 *a*	Conul 3 *b*	Conul 3 *c*	
h_1	$\frac{H_1 - r_1(1 - \sin\alpha)}{\cos\alpha}$	$\frac{H_1 - r_1(1 - \sin\alpha)}{\cos\alpha}$	$\frac{H_1 - r_1(1 - \sin\alpha)}{\cos\alpha}$	(1)
h_2	$3{,}14\, r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180}$	$3{,}14\, r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180}$	$3{,}14\, r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180}$	(2)
h_3	$\frac{H_2 - r_1(1 - \sin\beta)}{\cos\beta}$	$\frac{H_2 - r_1(1 - \sin\beta) - r_2(1 - \cos\beta)}{\cos\beta}$	$\frac{H_2 - r_1(1 - \sin\beta) - r_2(1 - \cos\beta)}{\cos\beta}$	(3)
h_4	—	$3{,}14\, r_2 \frac{\beta}{180}$	$3{,}14\, r_2 \left(\frac{90 + \beta}{180}\right)$	(4)
h_5	—	$\frac{d_4 - d_k}{2}$	$H_3 - r_2$	(5)

Înălțimea solzului teoretic se obține însumînd înălțimile parțiale:

Pentru conul 3, a

$$h = \frac{H_1 - r_1 (1 - \sin \alpha)}{\cos \alpha} + \frac{H_2 - r_1 (1 - \sin \beta)}{\cos \beta} + \\ + 3{,}14\, r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180} \qquad (6)$$

Pentru conul 3, b

$$h = \frac{H_1 - r_1 (1 - \sin \alpha)}{\cos \alpha} + \frac{H_2 - r_1 (1 - \sin \beta) - r_2 (1 - \cos \beta)}{\cos \beta} + \\ + 3{,}14\, r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180} + r_2 \frac{\beta}{180} + \frac{d_4 - d_k}{2} \qquad (7)$$

Pentru conul 3,c

$$h = \frac{H_1 - r_1 (1 - \sin \alpha)}{\cos \alpha} + \\ + \frac{H_2 - r_1 (1 - \sin \beta) - r_2 (1 - \cos \beta)}{\cos \beta} + 3{,}14 \left(r_1 \frac{180 - (\alpha + \beta)}{180} + \right. \\ \left. + r_2 \frac{90 + \beta}{180} \right) + H_3 - r_2 \qquad (8)$$

La înălțimea h calculată cu formulele (6,7,8) se adaugă un surplus de $2\,\Delta h$ necesar pentru tunderea marginilor conului după extragerea lui din matriță.

În general adaosul de prelucrare Δh se ia egal cu 10 mm pentru conurile cu diametrul d pînă la 250 mm și cu 15 mm pentru conurile cu diametrul d peste 250 mm.

Adaosul de prelucrare poate fi micșorat, după o practică îndelungată cînd se capătă experiență suficientă în ceea ce privește suprapunerea solzilor și formarea rîndurilor de solzi în matriță.

b) *Lățimile solzului.* Conturul și lățimile solzului rezultă din condiția obținerii aceleiași grosimi a conului în toate punctele fiecărui rînd de solzi.

Lățimea solzului teoretic la bază a se determină din calculul grosimii unui rînd de solzi de margine cu pasul de suprapunere la bază $p_M = 3$ mm:

$$g_M = \frac{a}{p_M} \cdot g_1 = \frac{a g_1}{3} \qquad (9)$$

de unde lățimea la baza solzului:

$$a = \frac{3 g_M}{g_1} \qquad (10)$$

Grosimea rîndului de margine se calculează din relația care ține seamă de numărul de rînduri de solzi care formează conul:

$$g_M = \frac{g - n_m g_m}{2} \qquad (11)$$

În această relație:

$$g_m = \frac{a}{p_m} \cdot g_1 \qquad (12)$$

pasul de suprapunere a solzilor din rîndurile de mijloc fiind jumătate din lățimea solzului, formula (12) devine:

$$g_m = 2 g_1 \qquad (13)$$

Înlocuind pe g_m în formula (11) se obține:

$$g_M = \frac{g - 2 n_m g_1}{2} \qquad (14)$$

deci formula (10) devine:

$$a = \frac{3 (g - 2 n_m g_1)}{2} \qquad (15)$$

După relația de proporționalitate care există între diametrele conului și lățimea solzului, la diferite niveluri din profilul conului [3], se determină lățimea solzului teoretic la vîrful conului:

$$a_k = a \frac{d_k}{d} \qquad (16)$$

în care înlocuind pe a cu relația (15) se obține:

$$a_k = \frac{3 (g - 2 n_m g_1)}{2} \cdot \frac{d_k}{d} \qquad (17)$$

Dimensiunile de tăiere a solzului tehnolgic de micanită sînt determinate conform relațiilor următoare:

$$a_o = a_k + (h + \Delta h)\ (a - a_k)/h \qquad (18)$$

$$a_v = a - (h + \Delta h)\ (a - a_k)/h \qquad (19)$$

$$h_t = h + 2\,\Delta h \qquad (20)$$

Pentru a mări rezistența mecanică a conurilor, mai ales în cazul conurilor cu grosimea de $1 \div 1{,}2$ mm care se fabrică din două rînduri de solzi, se pot utiliza solzi care au axa de simetrie sub un anumit unghi față de generatoarea conului (fig. 5).

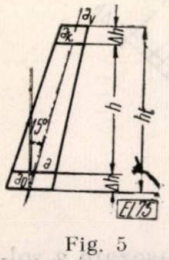


Fig. 5

Se recomandă un unghi de înclinare de 15°. Un unghi de înclinare mai mare duce la solzi înguști care produc greutăți la suprapunere și asamblare.

Înălțimea și lățimile solzilor înclinați se calculează în același mod ca la solzii drepți.

Asamblarea rîndurilor de solzi, în cazul solzilor înclinați, se face conform figurii 6.

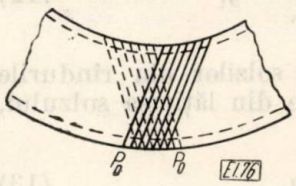


Fig. 6

c) *Numărul de solzi necesari pentru un con.* Numărul de solzi necesari pentru un rînd se calculează după relația:

$$N_r = \frac{\pi d}{p} \qquad (21)$$

Numărul de solzi necesari pentru un con se calculează după relația:

$$N = \frac{\pi n_M d}{p_M} + \frac{\pi n_m d}{p_m} \qquad (22)$$

Înlocuind pe π, n_M, p_M și p_m cu valorile indicate mai sus se obține relația:

$$N = 6{,}28\, d\left[\frac{1}{3} + \frac{n_m}{a}\right] \qquad (23)$$

d) *Suprapunerea și asamblarea solzilor.* Asamblarea rîndurilor de solzi înainte de a fi formate pe matriță se face folosind un șablon de carton cu următoarele dimensiuni (fig. 7).

Razele de construire a șablonului se determină după relațiile:

$$R = \frac{d}{2 \sin \alpha} + \Delta h \qquad (24)$$

$$R_1 = R - h_t \qquad (25)$$

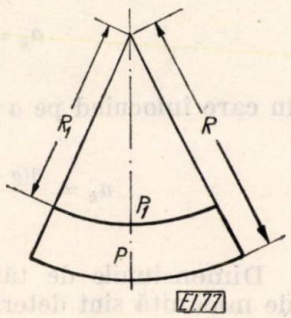


Fig. 7

Mărimile arcelor de cerc ale șablonului se calculează după relațiile:

$$P = \pi (d + 2\,\Delta h \sin\alpha) + a_o (2 + n_m) \qquad (26)$$

$$P_1 = \frac{P R_1}{R} \qquad (27)$$

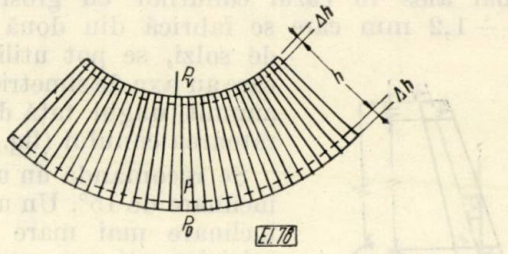


Fig. 8

În figura 8 se indică modul de așezare a solzilor dintr-un rînd oarecare; așezarea solzilor se face la un pas p, măsurat la baza conului, a cărui mărime a fost indicată mai sus.

La baza conului pasul este mai mare, iar către partea care va forma vîrful conului pasul se micșorează.

Pasul de suprapunere la baza șablonului (baza solzului tehnologic) se calculează conform relației:

$$p_0 = p \frac{l_0}{d} \qquad (28)$$

unde:

$$l_0 = d + 2\,\Delta h \sin\alpha \qquad (29)$$

Pasul de suprapunere la vîrful solzului tehnologic se calculează astfel:

$$p_v = p \frac{l_1}{d} \qquad (30)$$

unde:

$$l_1 = l_0 \frac{R_1}{R} \qquad (31)$$

Așezarea solzilor în rînduri pe șablon se face în felul următor (fig. 9):

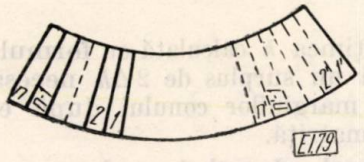


Fig. 9

Pe șablon se așază mai întîi la capătul din stînga, unul lîngă altul, un număr de solzi egal cu numărul rîndurilor de solzi din care se construiește conul. Acești solzi formează începutul rîndurilor de suprapunere a solzilor. Primul rînd de margine începe de la solzul 1 (capătul din stînga al șablonului) și se termină la solzul 1′ (capătul din dreapta al șablonului), solzii suprapunîndu-se la un pas de suprapunere indicat mai sus pentru rîndurile de margine.

Urmează asamblarea rîndurilor de mijloc, în același mod, cu un pas de suprapunere indicat mai sus pentru rîndurile de mijloc.

După asamblarea rîndurilor de mijloc se suprapune ultimul rînd de solzi (al doilea rînd de margine) care începe de la solzul n și se termină la solzul n'.

e) *Consumurile specifice, teoretic și tehnologic, de material.* Greutatea necesară de micanită de formare pentru construirea unui con se calculează cu ajutorul relației:

$$G = NS\gamma \qquad (32)$$

Unde S suprafața unui solz de micanită este egală cu:

— pentru solzul teoretic: $S = \frac{a + a_k}{2} \cdot h$ (33)

— pentru solzul tehnologic: $S = \frac{(a_o + a_v)}{2} h_t$ (34)

Consumul teoretic de material este:

$$G_1 = \frac{N(a + a_k) h \gamma}{2} \quad (35)$$

Consumul tehnologic de material este:

$$G_2 = \frac{N(a_o + a_v) h_t \gamma}{2} \quad (36)$$

4. Indicații tehnologice

În cele ce urmează se dau indicații tehnologice privind fabricarea conurilor din micanită de formare cu solzi.

La fabricarea conurilor din solzi de micanită se utilizează micanită de formare cu grosimea de 0,11 — 0,12 mm și soluție de șelac în alcool de concentrație 10%.

Se pot utiliza de asemenea grosimi mai mari de micanită de formare, însă cele mai bune rezultate se obțin cu micanită de formare de grosime mică.

Procesul tehnologic comportă următoarele faze:

a) *Tăierea solzilor de micanită.* Tăierea solzilor din colile de micanită de formare se poate face cu ajutorul unuia din următoarele dispozitive:

— matriță de debitat având forma solzului;

— ghilotină manuală prevăzută cu dispozitive de tăiere a solzilor de diferite mărimi în formă de trapez;

— mașină automată care să se adapteze rapid pentru tăierea diverselor mărimi de solzi. Această mașină este indicat a fi utilizată cînd este vorba de producție de serie mare de conuri izolante de diverse tipuri și mărimi.

b) *Asamblarea solzilor în rînduri pe șablon.* Solzii de micanită se lăcuiesc manual cu soluție de șelac pe o singură parte și se asamblează în rînduri pe șablon.

După încleierea solzilor, segmentul de solzi format se usucă la aer timp de 12 ore pentru eliminarea unei părți din solvent.

c) *Preformarea conului.* Preformarea segmentului de solzi se face pe o matriță de preformare care inițial este încălzită în cuptor la temperatura de 120°C.

Preformarea se face în mod treptat pe porțiuni din circumferința conului cu ajutorul unor segmenți metalici de preformare.

La suprafețele exterioară și interioară a segmentului de solzi, înainte de preformare se pune foiță de celofan, pentru a se evita ulterior lipirea conului de micanită pe matrițele de preformare și presare.

d) *Presarea conului de micanită.* Presarea conului se face într-o matriță al cărui principiu de construcție este indicat în figura 10.

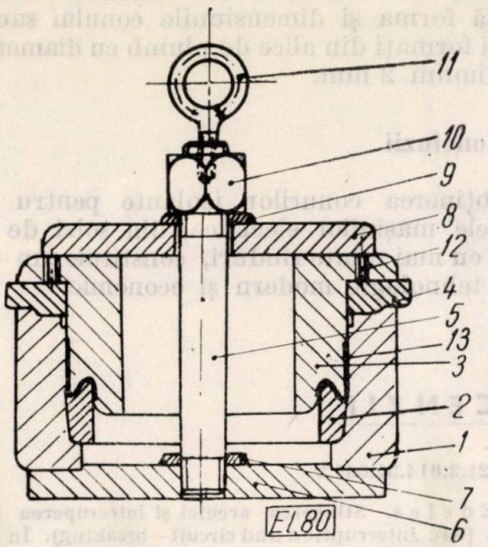


Fig. 10:

1 — matriță; *2* — poanson inferior; *3* — poanson superior; *4* — inel de limitare; *5* — prezon de strîngere; *6* — placă inferioară; *7* — șaibă fixă; *8* — placă superioară; *9* — șaibă; *10* — piuliță de strîngere; *11* — cîrlig de prindere; *12* — locaș pentru șuruburile de extragere a poansonului superior; *13* — con izolant

Înainte de introducerea conului în matriță, aceasta se încălzește în cuptor la temperatura de 200°C.

După introducerea conului în matriță, matrița se presează la o presă hidraulică cu o presiune specifică, pe secțiunea de proiecție a suprafeței conului, de 250 kg/cm².

După atingerea acestei presiuni, matrița se strînge bine cu șuruburile de strîngere, se scoate din presă și se lasă să se răcească pînă la temperatura camerei. După răcire, conul se extrage din matriță.

În unele cazuri pentru a se obține conuri cu liantul trecut într-o fază înaintată de polimerizare, matrița după presare, cu șuruburile strînse, se introduce în cuptor unde se ține un anumit timp, numit timp de coacere, la o temperatură de 200—250°C. După coacere, matrița se răcește pînă la temperatura camerei.

e) *Tunderea la dimensiuni și finisarea.* Conul extras din matriță se tunde la dimensiuni la un strung universal, după care se îndepărtează foița de celofan și se șlefuiește suprafața conului cu pînză abrazivă, dacă este cazul.

În final suprafața conului se lăcuiește cu o peliculă fină de soluție de șelac 10% și se usucă la aer.

f) *Verificarea calitativă a conurilor.* Conul din solzi de micanită se supune următoarelor verificări calitative:

— dimensiunile, cu ajutorul unui șablon metalic care respectă forma și dimensiunile conului;

— grosimea peretelui, cu ajutorul unui şubler cu precizia 0,1 mm;

— tensiunea electrică de încercare timp de 1 min, utilizînd electrozi metalici care respectă forma şi dimensiunile conului sau electrozi formaţi din alice de plumb cu diametrul de maximum 2 mm.

5. Concluzii

Obţinerea conurilor izolante pentru colectoarele maşinilor electrice, din solzi de micanită cu mai multe rînduri, constituie un procedeu tehnologic modern şi economic.

Prin aplicarea acestui procedeu în fabrica de conuri izolante se asigură produse de calitate superioară, necesare în construcţia de maşini electrice cu siguranţă mărită în exploatare.

Bibliografie

[1] *Vinogradov, N. V.*: Fabricarea maşinilor electrice. Moscova, Gosenergoizdat, 1961, p. 104.

[2] *Alexeev, A. E.*: Construcţia maşinilor electrice. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1951, p. 278.

[3] *Cotta, A.*: Calculul dimensiunilor solzilor de micanită în fabricaţia conurilor izolante pentru colectoarele maşinilor electrice rotative. Eletrotehnica *9* (1961), 5, p. 157–160.

Intrat în redacţie la 7.2. 1962

RECENZII

CZ 621.3.014.31.064.3

H. Edeles. **Stingerea arcului şi întreruperea circuitelor.** (Arc interruption and circuit-breaking). În: Electr. Rev. **171**, nr. 26, dec. 1962, p. 1006 – 1010, 7 fig. 11 ref. bibl.

Cu toate că dezvoltarea întreruptoarelor de putere s-a bazat în principal pe acumularea de cunoştinţe empirice, fundamentarea fizico-matematică a problemelor, rămasă în urmă din cauza dificultăţilor analizei fenomenelor, este mai necesară ca oricînd. Arcul, apărut inevitabil după desfacerea contactelor, are o coloană compusă din gaze ionizate conductoare, la temperaturi de 5 000–50 000°K, în stare cvasistabilă, cu un schimb energetic de circa 1 MW/cm, dar cu un conţinut de energie abia de 0,02 I/cm. Astfel, după anularea curentului, disiparea menţinută la acelaşi nivel ar consuma energia înmagazinată în mai puţin de 10 μs. De fapt, puterea de disipare scade, astfel că refacerea dielectricului durează pînă la 100 μs. Acest fenomen, denumit de autor „revenirea liberă" (free recovery), nu apare în practică, din cauza apariţiei tensiunii tranzitorii de restabilire. Sarcina întreruptorului constă în evitarea reaprinderii arcului fie prin efecte de cîmp, fie prin efecte termice.

Revenirea liberă se poate studia presupunînd o curbă exponenţială de scădere a temperaturii şi urmărind variaţia parametrilor fizici, anume: concentraţia atomică, moleculară, densitatea şi conductivitatea. Cît timp conductivitatea rămîne încă finită, orice tensiune aplicată la electrozi poate da naştere unui curent printr-un proces denumit „reaprindere termică". După ce conductivitatea a ajuns la zero, reaprinderea are loc numai prin străpungerea dielectricului. În acelaşi timp, după natura electrozilor, arcurile se pot împărţi în arcuri refractare cu catod cald (la metale rău conducătoare şi cu punct de topire înalt: C, W, Mo) şi arcuri cu catod rece (la metale bune conducătoare: Cu, Ag). La acestea din urmă, după întreruperea curentului în spaţiul de arc, se restabileşte imediat o rigiditate de cel puţin 300 V în faţa electrozilor. Această pătură neutră nu poate să apară la catozi refractari din cauză că temperatura înaltă a spotului catodic menţine un nor de electroni şi, deci, o sarcină spaţială în faţa catodului, ceea ce împiedică scăderea conductivităţii la zero şi favorizează reaprinderea termică.

Reaprinderea prin străpungere a fost studiată experimental de mulţi cercetători variind fie frecvenţa tensiunii de restabilire, fie frecvenţa naturală a reţelei la care apare reaprinderea. Descoperirea de către Slepian a refacerii rapide a dielectricului la catodul rece a dus la descoperirea principiului Deion. Revenirea mai înceată a dielectricului în faza următoare a fost explicată de Slepian prin recombinări de purtători, reaprinderea fiind condiţionată de cursa între viteza de revenire a rigidităţii dielectrice şi a tensiunii tranzitorii de restabilire. O altă teorie emisă de Prince, aplicată în special întreruptoarelor cu ulei mult, propune introducerea unei lame subţiri de ulei proaspăt între electrozi, drept cauză a refacerii rapide a rigidităţii. Este probabil că ambele teorii au o oarecare valabilitate.

Autorul a eliminat dispersia considerabilă în măsurarea rigidităţii prin reducerea puterii şi prin controlul strict al condiţiilor din coloana arcului şi de pe electrozi. Au rezultat curbe distincte ale rigidităţii în timp, în funcţie de presiune şi de distanţa dintre electrozi. Legea lui Paschen se confirmă în regimul de reaprindere prin scînteie, iar o întîrziere remarcabilă în apariţia rigidităţii în prima fază se atribuie condiţiilor din regiunea catodică.

Reaprinderea termică a fost caracterizată de Slepian prin menţinerea constantă a conductivităţii, a cărei posibilitate a fost explicată abia după descoperirea curentului postarc. Cercetări intense ale acestui nou fenomen au permis concluzii noi privind variaţia conductivităţii coloanei postarc. Autorul şi colectivul asociat au cercetat experimental condiţiile de restabilire a dielectricului în faza de reaprindere termică a unui arc cu „revenire liberă". La aplicarea unor impulsuri scurte de tensiune de valoare maximă V, curentul iniţial $I_0 = V/R$ se poate stabili dacă se măsoară rezistenţa R. Curentul I scade de la valoarea iniţială I_0 dacă tensiunea V este joasă, rămîne constant un timp apreciabil (100 μs) dacă tensiunea se ia mai mare (echilibru termic), şi creşte pînă la saturaţie dacă este şi mai mare. Aceste noi rezultate nu concordă cu conceptele anterioare asupra reaprinderii termice. Scăderea curentului după o creştere iniţială se poate datora influenţei electrozilor sau variaţiei disipaţiei de energie a coloanei sau neliniarităţii altor funcţii implicate.

Cassie a studiat, primul, condiţiile energetice tranzitorii ale reaprinderii termice, considerînd pierderile numai prin convecţie. Din aceasta au rezultat condiţiile comportării critice ale arcului în funcţie de parametrii circuitului. O. Mayr a stabilit alte ecuaţii presupunînd pierderi numai prin conducţie termică. Ambii cercetători au vizat numai coloana pozitivă a arcului în echilibru termic. Ecuaţia energetică de bază în acest caz trebuie să fie:

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\varepsilon + u) + \operatorname{div}[q + v(\varepsilon + u + p)] = \sigma E^2, \qquad (1)$$

unde: ε este conţinutul de energie specific; u — energia cinetică; q — vectorul fluxului de radiaţie; v — viteza centrului de gravitaţie a gazului; p — presiunea; σ — conductivitatea şi E — intensitatea cîmpului electric. Reducerea acestei ecuaţii diferenţiale parţiale la o ecuaţie ordinară ca a celor stabilite de Cassie şi Mayr este posibilă dacă se consideră o relaţie liniară între ε şi σ. Astfel se obţine ecuaţia:

$$\frac{1}{G}\frac{\mathrm{d}G}{\mathrm{d}t} = \frac{E^2 G - W}{Q}, \qquad (2)$$

unde: G este conductanţa arcului; W — pierderea specifică de putere; Q — conţinutul de energie pe unitatea de lungime. Ecuaţia este utilă dacă se cunoaşte funcţia $W(t)$ şi $Q(t)$. Cassie presupune aceste mărimi proporţionale cu secţiunea variabilă a arcului, iar Mayr le ia constante. Autorul propune $Q = kG$, unde $k = \sigma/e$, iar $W(t)$ se determină din experimentele de mai sus.

Evident este greu de stabilit relaţia exactă dintre mărimile W şi Q, dar este de notat că mulţi autori au confirmat cu bună aproximaţie teoria în condiţiile simplificate presupuse de Cassie şi Mayr.

O nouă cale se oferă în analiza şi rezolvarea ecuaţiei diferenţiale (1). Frind a încercat o soluţie pentru un arc cilindric în interiorul unui tub de diametru şi temperatură de perete date, pierderiile fiind numai de conducţie termică. Ecuaţiile nu se pot rezolva, nici dacă se liniarizează, din cauza frontierei mobile a suprafeţei arcului. Cu o maşină cifrică s-au obţinut totuşi, de către autor, în condiţiile revenirii libere, valorile conductanţei, ale pierderilor de energie şi ale tensiunii de reaprindere termică, care se reprezintă prin curbe. Tensiunea de reaprindere forţează la limită arcul spre peretele tubului şi astfel, prin analize succesive se poate obţine o caracteristică de reaprindere. Astfel s-au pus bazele unei noi teorii a reaprinderii termice care pentru modelul cilindric simplu permite să se stabilească valorile critice ale tensiunii de restabilire tranzitorie. Rămîne de văzut întrucît această teorie se poate aduce în legătură cu parametrii circuitului.

Lucrarea reuşeşte să dea, în numai cîteva pagini, o imagine vie a ultimelor cercetări şi rezultate în domeniul dificil al arcului de întrerupere. Cu toate că s-a reuşit cu cunoştinţele actuale să se rezolve numeroase probleme de dimensionare şi construcţie, fabricîndu-se variate tipuri de întreruptoare, pînă la cele mai mari tensiuni şi puteri de rupere, totuşi mereu se constată că nu se stăpînesc toate laturile problemelor. Astfel, solicitarea mai gravă prin defectul kilometric sau prin deconectarea liniilor în gol s-a stabilit şi analizat abia în ultimii 15 ani, iar curentul postarc s-a descoperit şi mai recent. De aceea, elaborarea unei teorii care să ţină seamă, pe de o parte, de fenomenele neliniare tranzitorii din coloană şi de pe electrozii arcului, pe de altă parte, de cele ce apar la contacte datorită conformaţiei reţelei şi circuitelor, este de cea mai mare importanţă. Evident, autorul ordonează expunerea după experienţa sa şi după rezultatele proprii de cercetare, astfel că cititorul care nu a urmărit şi alte lucrări nu reuşeşte să dobîndească o imagine mai cuprinzătoare asupra rezultatelor atinse în acest domeniu. Astfel, lucrările lui Mayr şi Brown sînt doar amintite, cele ale lui Maecker nici măcar atît. Totuşi citirea atentă tocmai a acestui articol de sinteză, diferit de lucrările anterioare de cercetare aprofundată, publicate în revistele mari de specialitate (Proc. Inst. Electr. Engrs.), reuşeşte să dea o informaţie asupra problematicii actuale, care preocupă pe cercetători, împărtăşind celor interesaţi stadiul atins şi chestiunile mai arzătoare care se pun în continuare.

Dr. ing. *A. Avramescu*

CZ 621.319.4 016.45

B. A. Poliakov: **Instalaţia de condensatoare pentru compensarea factorului de putere.** Moscova—Leningrad, Gosenergoizdat, 1962, 232 pag.

Folosirea cu precădere a condensatoarelor pentru compensarea factorului de putere se observă ca o tendinţă generală în tehnica mondială. Astfel în U.R.S.S. şi S.U.A., pentru fiecare kVA nou instalat se montează cîte 0,5 kVAr de condensatoare de joasă şi medie tensiune. Aceeaşi tendinţă în economia energetică tinde să fie aplicată şi în ţara noastră. Prin realizarea de către ICET a seriei unitare de condensatoare de forţă pentru tensiunile de 360, 500, 1 000 şi 6 300 V şi introducerea lor în fabricaţie la FCME s-a creat baza materială pentru compensarea factorului de putere pînă la limita de 0,95.

Lucrarea lui B. A. Poliakov este o reeditare complet refăcută a cărţii sale cu aceeaşi denumire, apărută acum zece ani şi tradusă în limba romînă. Se examinează problemele construcţiei şi tehnologiei condensatoarelor de forţă, aparatajului de comutaţie, comandă şi de protecţie necesar instalaţiilor, precum şi proceselor electrice din exploatare.

Spre deosebire de prima ediţie a lucrării în care prezentarea a rămas mai mult teoretică, în noua ediţie aspectul teoretic este mai limitat, precumpănind latura practică, de ghid pentru energeticieni.

Ordinea prezentării este de asemenea schimbată. Dacă în prima ediţie cartea avea ca prime capitole, problemele factorului de putere şi ale compensării lui, în schimb în noua lucrare se începe cu prezentarea construcţiei şi tehnologiei condensatoarelor de forţă, se prezintă numai tipurile de condensatoare produse de industria sovietică pentru tensiunile joase de 220, 380, 500 şi 1 050 V şi pentru tensiunile medii de 3 150, 6 300 şi 10 500 V. Cum în ultima vreme se produc în U.R.S.S. pe scară industrială alături de condensatoarele impregnate în ulei mineral şi condensatoare cu sovol (cu indici tehnico-economici mai ridicaţi), gama de condensatoare este mult lărgită.

Puterile pe unitate pentru condensatoarele cu ulei mineral sînt de 10 şi 25 kVAr, iar pentru cele cu sovol sînt de 15 kVAr pe unitate.

Cu toate că lucrarea nu tratează problemele compensării longitudinale a căderilor de tensiune pe liniile de transport de energie — care au luat o extindere mare în U.R.S.S. — totuşi în capitolul întîi se prezintă condensatoarele speciale pentru compensarea longitudinală cu tensiunile de 600 şi 1 000 V pe unitate şi cu puterile respective de 12,5, 25 şi 50 kVAr.

După prezentarea condensatoarelor propriu-zise se studiază — în capitolul 2 — caracteristicile electrice ale instalaţiilor de condensatoare. Autorul consideră, după recomandările CEI din 1957, ca elemente electrice de bază ale condensatorului, următoarele: tensiunea, capacitatea, puterea reactivă şi frecvenţa. Din aceste date se poate deduce şi curentul nominal al condensatorului. Sînt şi alte mărimi care caracterizează condensatorul, şi anume: tangenta unghiului de pierderi, temperaturile maxime şi minime ale mediului ambiant la care poate funcţiona condensatorul, dar din aceste mărimi numai temperatura maximă a mediului ambiant este necesar să fie trecută pe tăbliţa de marcaj a condensatorului.

La studiul capacităţii instalaţiilor de condensatoare se analizează variaţia capacităţii în cazul clacării uneia sau mai multor secţiuni din interiorul unei unităţi de condensator. În special, pentru instalaţiile cu unităţi de condensatoare conectate în serie, acest studiu are o importanţă deosebită întrucît variaţia capacităţii pe un condensator duce la o repartizare neuniformă a tensiunilor asupra celorlalte unităţi de condensatoare inseriate şi în consecinţă, la creşterea gradientului de potenţial asupra unităţii de condensator cu bobinaje defectate.

Considerăm că problemele pierderilor în instalaţia de condensatoare sînt sumar tratate numai în paginile 59—62. Mai ales în instalaţiile de puteri mari, de ordinul miilor de kVAr, unde pierderile totale sînt de zeci de kW, problema pierderilor este foarte importantă.

Problema tensiunii de ionizare a dielectricului condensatoarelor este bine prezentată şi se arată importanţa detectării ei ca măsură profilactică pentru funcţionarea instalaţiei de condensatoare.

Un capitol întreg (3) este consacrat proceselor tranzitorii din instalţiile de condensatoare şi un altul (4) armonicilor superioare de curent şi tensiune. Sînt foarte importante datele de exploatare şi măsurile indicate pentru înlăturarea armonicilor superioare.

În ordine logică urmează capitolul 5, privind alegerea puterii instalaţiilor de condensatoare şi amplasarea lor în reţelele electrice. Acest capitol cu un pronunţat caracter tehnico-economic începe cu studiul efectelor creşterii factorului de putere, şi anume: micşorarea pierderilor de putere şi energie în reţele şi în transformatoare, micşorarea căderilor de tensiune în linii şi în transformatoare prin micşorarea puterii reactive şi în sfîrşit, creşterea capacităţii de transport a liniilor.

În paragraful următor se prezintă sursele de putere reactivă în sistemele electrice şi se face o analiză comparativă a principalelor surse de putere reactivă, respectiv compensa toarele sincrone şi condensatoarele de forţă. Se ajunge la concluzia finală a predominării avantajelor faţă de dezavantaje în cazul folosirii condensatoarelor. Pe baza elementelor

de mai sus se dă o metodică de calcul pentru ca puterea reactivă necesară să fie instalată prin condensatoare.

Schemele de compensare sînt grupate în trei categorii principale: 1) cele pe înaltă tensiune, 3,6 sau 10 kV; 2) cele pe joasă tensiune 220, 380 sau 500 V şi, în fine, 3) schemele combinate pe joasă şi înaltă tensiune.

Din punctul de vedere al amplasării instalaţiilor de condensatoare, respectiv felul compensării (centralizat, pe grupe sau individual), în lucrare se face o analiză a eficienţei fiecărui fel de compensare, însă considerăm că lipsesc criteriile de calcul care ar putea folosi energeticienilor la determinarea optimă a locului de amplasare a instalaţiilor.

Capitolul 6 tratează problema schemelor de conexiuni ale instalaţiilor de condensatoare. Acest capitol este divizat în următoarele paragrafe: schemele de legătură a instalaţiilor de condensatoare la reţea, schemele de conexiuni ale condensatoarelor în baterii, schemele de conexiuni ale fazelor şi punerea la pămînt a nulului. Separat este tratată problema descărcării instalaţiilor de condensatoare cu schemele dispozitivelor de descărcare.

Protecţia instalaţiilor de condensatoare este tratată în capitolul 7.

Reglajul manual şi automat al instalaţiilor de condensatoare este tratat în capitolul 8, unde se prezintă cîteva scheme pentru reglajul automat al instalaţiilor.

Restul capitolelor prezintă un deosebit interes practic fiind dedicate problemelor construcţiei, montajului, exploatării şi reparării instalaţiilor de condensatoare.

Aceste capitole sînt scrise pe baza unei bogate experienţe a autorului din practica de exploatare a instalaţiilor de condensatoare în U.R.S.S. Atît la montajul cît şi la exploatarea instalaţiilor de condensatoare se insistă asupra măsurărilor electrice necesare şi, mai ales, asupra măsurărilor profilactice. Pentru repararea condensatoarelor se dau indicaţii concrete şi, în special, tehnologiei deshidratării şi impregnării în vid intens a condensatoarelor de forţă.

Lucrarea este scrisă la un nivel mediu, capitolele sînt legate între ele într-o ordine logică şi principalele probleme sînt tratate într-un spirit analitic. Mai ales în primele capitole ale lucrării se observă lipsa de exemple de calcul şi de ilustrări ale textului.

Nu sînt prezentate date suficiente pentru cunoaşterea şi alegerea justă a aparatajului de comandă, comutaţie şi reglaj.

În concluzie, se poate arăta că lucrarea este valoroasă pentru studiul şi folosirea condensatoarelor de fabricaţie sovietică.

Considerăm că, dată fiind crearea industriei de condensatoare şi creşterea mare a instalaţiilor de condensatoare în R.P.R., se simte necesitatea elaborării unei lucrări similare axate pe tipurile de condensatoare şi echipamentul electric corespunzător, fabricat la noi în ţară.

A. Bercu

CZ 628.9 : 621.32

A. Băilescu, şi D. Savopol: **Iluminatul electric.** Îndreptar. Bucureşti, Editura tehnică 1962, 324 pag.

Tehnica instalaţiilor electrice de iluminat a luat în ultimul timp o deosebită dezvoltare datorită posibilităţilor deschise de noile surse de iluminat, de varietatea corpurilor de iluminat şi de pluralitatea aplicaţiilor care încep de la iluminatul interior şi se termină cu iluminatul decorativ-arhitectural. Totodată exigenţele sporite privind iluminatul industrial în scopul asigurării protecţiei muncii şi îmbunătăţirii calităţii producţiei, reclamă stăpînirea concepţiei moderne privitoare la tehnica iluminatului.

Lucrarea recenzată constituie un îndreptar preţios în activitatea celor ce se ocupă de proiectarea şi execuţia instalaţiilor electrice de iluminat, răspunzînd cerinţelor tehnicii moderne a construcţiilor.

Primul capitol tratează noţiunile fundamentale ale fotometriei expunînd radiaţia luminoasă şi mecanismul vederii, mărimile şi unităţile utilizate în fotometrie, elementele pentru caracterizarea fotometrică a surselor şi corpurilor de iluminat, metodele şi aparatura de măsurare a mărimilor fotometrice.

Izvoarele electrice de lumină formează obiectul capitolului II. Aici sînt tratate lămpile cu incandescenţă, precum şi cele cu descărcări.

Capitolul III descrie materialele utilizate în tehnica iluminatului, corpurile de iluminat şi elementele luminoase arhitecturale.

Problemele generale ale proiectării unei instalaţii de iluminat sînt tratate în capitolul IV. Soluţia tehnico-economică adoptată în proiectarea unei instalaţii de iluminat necesită studiul condiţiilor necesare pentru obţinerea unui iluminat de calitate, alegerea sistemului de iluminat şi aşezarea aparatelor de iluminat. Toate acestea formează obiectul capitolului IV.

În capitolul V se expun pe larg metodele de calcul fotometric şi al instalaţiilor de iluminat interior.

Sînt prezentate metodele cunoscute de calcul al iluminării (metoda punct cu punct, metoda factorului de utilizare) şi al strălucirii medii după care se indică particularităţile instalaţiilor în diverse construcţii (uzine, ateliere, birouri, spitale, şcoli, teatre, cinematografe, locuinţe, magazine).

Metodele de calcul fotometric şi al instalaţiilor de iluminat exterior sînt expuse în capitolul VI. Sînt tratate metodele de calcul al iluminatului exterior (în cazul izvoarelor simetrice şi asimetrice), precum şi particularităţile instalaţiilor de iluminat de pe străzi, parcuri, stadioane.

Lucrarea cuprinde un important material grafic ilustrativ şi tabelar indicînd caracteristicile aparatelor şi instalaţiilor de iluminat fabricate în ţara noastră, precum şi un vocabular poliglot (în cinci limbi) pentru termeni uzuali în tehnica iluminatului.

Cartea reprezintă un util îndreptar pentru inginerii şi arhitecţii care se ocupă de tehnica iluminatului.

S. Florea

REFERATE

CZ 621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.011 : 517.43 : 538.1

Ries, F. de. **Asupra extinderii unor operatori diferenţiali vectoriali la cîmpuri tensoriale în spaţii cu caractere generale.** (Sur une extension de certains opérateurs différentiels vectoriels à des champs tensoriels dans des espaces à caractères généraux). In: Revue E. 3, nr, 12, 1962, p. 483–495.

Pornind de la constatarea că, în spaţiul euclidian cu trei dimensiuni, operatorii diferenţiali vectoriali, gradient, divergenţă şi rotor, sînt folosiţi în mod curent în fizică şi în tehnică, se arată că între aceşti operatori există două relaţii fundamentale care în aparenţă sînt independente una de alta.

După ce se reamintesc noţiunile strict necesare în legătură cu tensorii, metrica, simbolurile lui Christoffel, derivarea covariantă, tensorul lui Rieman etc., se arată cum operatorii vectoriali pot fi extinşi la cîmpuri tensoriale în spaţiul riemanian cu n dimensiuni. Se ajunge la concluzia remarcabilă că cele două identităţi fundamentale nu constituie în fond decît două aspecte diferite ale aceleiaşi identităţi cu caracter mai general.

Aceeaşi problemă este tratată, apoi, pentru spaţii cu caracter şi mai general, mai ales pentru spaţiile cu conexiune afină în care nu există torsiune.

L. V.

CZ 621.313.223.2 : 621.314.63

Das Gupta, A. K. **Generatoare de curent continuu fără comutator, capabile de a furniza mai mult de un milion de amperi, şi efectul suprasarcinilor mari asupra lor** (Commutatorless D-c generators capable to supply currents more than one milion amperes and the effect of heavy overload on them). In: Power app. and Syst., nr. 62, oct. 1962, p. 399—402.

Rolul generatoarelor de curent continuu capabile să debiteze curenţi sub o tensiune mică a crescut mult în ultimul timp din cauza perfecţionării pompelor electromagnetice folosite la deplasarea metalelor în stare lichidă, în interiorul reactoarelor. De asemenea, curenţii mai sînt necesari pentru sudură şi pentru unii magneţi puternici, cum sînt cei utilizaţi în sincrociclotroane. În articolul de faţă se descriu două generatoare de tipul discului Faraday, unul cu ax orizontal, celălalt cu ax vertical. Rotorul este de fier masiv şi periile de metal lichid. Din expunerea studiilor şi din discuţii rezultă următoarele condiţii constructive şi de funcţionare: *a*) axarea rotorului în stator trebuie să fie suficient de bine executată, căci o distribuţie neuniformă a fluxului duce la curenţi de circulaţie importanţi; *b*) reacţia indusului trebuie compensată prin întoarcerea curentului prin interiorul statorului; *c*) este bine ca rotorul să funcţioneze saturat, şi *d*) trebuie luate măsuri de prevedere pentru a evita deplasarea axială a metalului lichid al periilor, mai cu seamă în cazurile de suprasarcină.

Se analizează solicitările mecanice în rotor, la mers normal şi la suprasarcină.

H. A.

CZ 621.313.32.044.52.001.24 : 681.14.001.57

Hanakam, L. **Reprezentarea maşinii cu miezuri polare saturate cu ajutorul calculatorului electronic analogic** (Nachbildung der gesöttigten Schenkelpolmaschine auf dem elektronischen Anallogrechner). In: ETZ-A **84**, nr, 2, 1963, p. 33—39, 8 fig.

Plecînd de la exprimarea analitică a tensiunilor în înfăşurările maşinii sincrone se descrie un procedeu de reprezentare a lor cu ajutorul calculatorului electronic analog. Se ţine seamă de saturaţia fierului în axa longitudinală a maşinii. Se introduc două curbe caracteristice care reprezintă raportul dintre excitaţie şi fluxul magnetic rezultant. Se indică o metodă generală pentru calculul diferitelor caracteristici pe care trebuie să le aibă aparatele folosite, cum şi simplificările posibile în cazuri speciale.

L. V.

CZ 621.315.1 *Transmisia energiei electrice*

CZ 621.315.1.027.88

Ailleret, P. **Alegerea noii — şi poate ultimei — trepte de tensiune în curent alternativ: 700—750/765 kV** (Le choix du nouvel — et peut-être dernier — échelon de tension en courant alternatif: 700—750/765 kV). In: Rev. Gen Électr. 46, tom **71**, nr. 12, dec. 1962, p. 531—534.

În calitate de preşedinte al CT nr. 30 a CEI, autorul înfăţişează motivele obiective pro şi contra invocate în discuţiile purtate în CT nr. 30, pînă cînd s-a ajuns la soluţia de compromis consemnată în titlu. Apare deodată clar necesitatea de a se trece urgent la o normalizare, deoarece atît în estul cît şi în vestul Europei liniile de 400 kV se dezvoltă în ritm rapid (ţara noastră este menţionată în acest sens). Se prevede în U.R.S.S. şi pentru interconexiunea sistemelor între ţările europene în general necesitatea de a se trece la o treaptă superioară.

Seria de trepte recomandată de CEI a fost nesocotită de S.U.A. la adaptarea treptei de 345 kV pe baza unor calcule economice limitate la un caz particular, fără a se ţine seamă de interseul general de a unifica fabricarea materialului greu din echipamentul respectiv, pe scară internaţională.

Trecerea liniilor de 400 kV dintre Moscova şi centralele de pe Volga la tensiunea de 500 kV a creat o nouă treaptă importantă, astfel încît scara de recomandări internaţionale va cuprinde valori mai dese decît era de aşteptat. Un acord asupra treptei următoare se impune din cauza economiei considerabile care se realizează pe plan mondial din unificarea treptei superioare la construcţia echipamentului şi din cauza uşurării interconexiunii între grupuri de sisteme naţionale fără nevoia de autotransformatoare costisitoare şi expuse deranjamentelor.

În U.R.S.S., treapta superioară s-a stabilit printr-un standard de stat la valoarea de 750 kV, pe cînd ţările din vestul Europei şi Canada au susţinut — şi la reuniunea generală din Bucureşti din 1 iulie 1962 — treapta de 700 kV. Pentru eliminarea diferenţei de 7% între aceste trepte s-au dus îndelungate discuţii. Unii susţineau că o treaptă mai înaltă chiar cu 10% înseamnă un cîştig de 20% în puterea transmisibilă, alţii susţineau în schimb că izolaţia nu creşte liniar cu tensiunea, ci mai mult, şi deci orice suplimentare comportă investiţii mărite. Apoi trecerea unei linii duble de 400 kV, construită special în acest scop, pe linie simplă de 750 kV se poate face uşor, pe cînd în cazul S.U.A. această trecere de la treapta de 345 kV este mult mai costisitoare.

Din discuţii a reieşit că nu există motive economice suficient de evidente pentru susţinerea valorii de 700, respectiv 750 kV, aşa că se impunea un compromis. Cum delegaţia U.R.S.S. a asigurat că valoarea de 750 kV este bine studiată prin cercetări şi deci definitivă, ne mai fiind susceptibilă, de vreo „derivă" ca în cazul liniilor de 400 kV, noua treaptă are şanse să rămînă stabilă.

Compromisul a fost realizat pînă la sfîrşit într-un fel care a adus satisfacţie generală, şi anume tensiunea nominală de care se vorbea în tot timpul nu este de fapt parametrul principal de care depinde dimensionarea şi coordonarea izolaţiei. Acest rol îl are, după cum s-a constatat de mult în CT 28 al CEI, „tensiunea maximă de serviciu a izolaţiei" (denumire propusă de delegaţia U.R.S.S.). Astfel, eforturile s-au concentrat pentru găsirea unei singure valori a tensiunii maxime, de care depinde dimensionarea izolaţiei, deci costul liniei. Această valoare s-a fixat, de comun acord, la 765 kV pentru orice valoare nominală cuprinsă între 700 şi 750 kV, atingîndu-se astfel scopul de a unifica dimensionarea echipamentului pe scară mondială.

A. A.

CZ 621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.615.9 : 621.519.4

Renné, V., T. Bercu, A., Karabanov, V. I. şi Kozireva, M. S. **Studiul unui dielectric lichid pentru impregnarea condensatoarelor de forţă.** In: Izvestia vîsşih ucebnîh zavedenii, seria Elektro-mehanika, nr. 12, 1962, p. 1424—1428, 6 fig., 11 ref. bibl.

Ca urmare a unei colaborări dintre Institutul politehnic din Leningrad şi Institutul de cercetări electrotehnice din Bucureşti, au fost efectuate încercări asupra unui dielectric lichid sintetic, provenit din străinătate, pentru determinarea caracteristicilor dielectrice şi stabilirea naturii izolantului. Lucrările au fost conduse de către prof. V. T. Renné, de la Institutul politehnic din Leningrad, cunoscut specialist sovietic în domeniul condensatoarelor, şi la care a colaborat ing. A. Bercu, şef de laborator la ICET.

S-a studiat variaţia factorului de pierderi tg δ şi ε în funcţie de temperatură (în diapazonul $-50 \div +50$°C), la frecvenţa de 50 Hz. Încercările au fost făcute la o punte de tip Schering cu diapazonul capacităţilor de măsurare între 40 şi 20 000 pF şi cu posibilitatea de reglare a tensiunii între 1 şi 10 kV. S-a folosit un electrod metalic de formă cilindrică de construcţie verticală, corespunzător GOST 6581—53, însă cu interstiţiul mărit la 2,5 mm. Măsurările au fost făcute sub un gradient de potenţial de 3 kV/mm.

Pentru obţinerea temperaturilor scăzute s-a folosit un amestec de toluol şi azot lichid, iar pentru obţinerea temperaturilor ridicate s-a lucrat cu un termostat, a cărui putere electrică era de 2 kW. Aceleaşi măsurări s-au făcut şi la frecvenţa de 1 kHz.

Paralel s-a făcut şi un studiu spectroscopic. Rezultatele tuturor încercărilor au arătat că dielectricul sintetic studiat este un difenil triclorurat şi amestecat într-o mică proporţie

cu difenil tetraclorurat. Trebuie observat că acest dielectric sintetic clorurat are caracteristici dielectrice ridicate şi, mai ales, constanta dielectrică, la temperaturile normale de lucru (+10 ÷ +50°C), este între 7 şi 8. Indicii tehnico-economici ai condensatoarelor de forţă impregnate cu acest dielectric sînt ridicaţi. La fel şi tgδ are caracteristici bune. În schimb, la temperaturi joase (−20°C), ε scade mult, la 4, iar tgδ îşi înrăutăţeşte brusc valoarea.

De aceea, se consideră că, pentru regiunile nordice ale U.R.S.S., unde temperaturile critice sînt foarte frecvente, folosirea condensatoarelor de forţă impregnate cu un astfel de dielectric sintetic nu este indicată. Rezultate mai bune în acest caz le-ar da amestecul de impregnare sovol cu triclorbenzol sau noul produs sovietic „Hloricon", cu temperaturi critice foarte scăzute.

A. B.

CZ **621.315.64 : 621.319.4**

Varşavschii, D. S. **Influenţa regimului de uscare şi degazare a dielectricului „hîrtie" asupra tangentei unghiului de pierderi la condensatoarele de forţă.** In : Izvestia A. N. Kaz, S.S.R., seria Energetika, nr. 1, 1962.

Principala fază a tehnologiei condensatoarelor de forţă o constituie deshidratarea şi impregnarea dielectricului de hîrtie. De regimul respectiv, în speţă de temperatură, de vidul şi durata procesului, depinde valoarea tg δ a condensatoarelor. Se studiază deshidratarea în funcţie de presiunea remanentă din autoclavele de lucru, în limitele $10-10^{-3}$ mm col. Hg. Se arată că, prin micşorarea vidului de la 10^{-1} la 10^{-3} torri tg δ scade cu circa 30%.

Totuşi, realizarea unui astfel de vid în instalaţiile industriale (cu volume pînă la zeci de metri cubi) este foarte dificilă, necesitînd pompe de difuzie de puteri foarte mari. În acelaşi timp, problema etanşării este foarte grea. De aceea, se studiază caracteristicile tg δ la presiune remanentă de 10^{-2} mm col. Hg (presiune mai uşor de realizat). Determinarea optimă a procesului de deshidratare şi impregnare se recomandă să se facă prin măsurarea caracteristicilor dielectrice şi, în special, a tg δ în timpul procesului propriu-zis. Se consideră terminat procesul după stabilizarea valorii tg δ.

Se arată necesitatea regimului absolut continuu al procesului de vidare, observîndu-se că, în cazul unei întreruperi a vidului, se produce o puternică absorbţie de gaze în dielectric. În această situaţie este necesară reluarea întregului proces de degazare.

A. B.

CZ 621.316.7 *Regulatoare electrice*

CZ **621.316.722.1 : 621.382.12**

Levin, M. I. şi Dodik, S. D. **În legătură cu stabilizarea derivei stabilizatoarelor cu elemente de stabilizare de siliciu** (K voprosu o dlitelnoi stabilnosti stabilizatorov s kremnievînei stabilitromani). In : Izmeritelnaia tehnika, nr. 10, 1962, p. 42—45, 7 ref. bibl.

Stabilizatoarele cu semiconductoare de siliciu permit să se obţină un coeficient de stabilizare mare şi o rezistenţă de ieşire mai mare, fapt ce face posibilă folosirea acestora ca sursă de tensiune etalon în măsurile de precizie. Studiile făcute de autori s-au concretizat prin realizarea unor stabilizatoare, şi anume : unul cu tensiunea de ieşire de 20 V şi curent de sarcină de 100 mA şi trei stabilizatoare parametrice cu tensiuni de 4—10 V şi curenţi de sarcină de 100 mA, cărora li se dau şi schemele de principiu. Concluziile la care s-a ajuns pot fi concretizate astfel :

1) tensiunea de ieşire a primului stabilizator, lucrînd timp de 5 000 h, nu s-a schimbat cu mai mult decît ±0,0002% ;

2) dintre cele trei stabilizatoare parametrice, la două, tensiunea de ieşire după 5 000 h de funcţionare nu a depăşit ±0,006% şi ±0,008%, iar a celui de-al treilea după aceeaşi perioadă a crescut cu 0,015% ;

3) schimbarea tensiunii de ieşire a tuturor stabilizatoarelor încercate, după 5 min, nu a depăşit ±0,0001%.

Rezultatele obţinute de autori duc la concluzia că aceste stabilizatoare pot servi ca surse etalon de tensiune în instalaţiile de măsură, înlocuind în multe cazuri elementele normale.

F. T.

CZ **621.316.7 : 621.372 — 523.2**

Stănculescu, F. **Noi cercetări asupra buclelor neliniare de reglare automată** (Neue Untersuchungen über nichtlineare Regelkreise). In : Regelungstechnik **10**, nr. 12, 1962, p. 551—554, 3 fig., 12 ref. bibl.

În stadiul actual de dezvoltare a concepţiei sistemelor de reglare automată, una dintre problemele majore o constituie analiza şi sinteza sistemelor neliniare. În lucrarea de faţă se expune o metodă originală de calcul al sistemelor neliniare de reglare automată (bucle). După o introducere în domeniu şi o scurtă dar cuprinzătoare clasificare a tipurilor de neliniarităţi care se întîlnesc în automatică, se stabileşte ecuaţia integrodiferenţială de bază care guvernează fenomenele ce au loc în sistemul neliniar în timpul proceselor de reglare :

$$F(D)x(t) + \lambda x(t)\, P(x, \dot{x}, \ldots, x_n) = H(D)\, h(t), \qquad (1)$$

unde $x(t)$ este mărimea de ieşire, iar $h(t)$ — mărimea de intrare.

Cu ajutorul teoremei de convoluţie, ecuaţia (1) este transformată într-o ecuaţie de variabilă complexă p, (ecuaţia operaţională a buclei), care permite deducerea funcţiei de transfer a sistemului :

$$\varphi(p) = \frac{H(p)\,\Phi(p) + \theta(p)}{F(p)} - \frac{\lambda}{F(p)}\,\frac{1}{2\pi j}\int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} \varphi(p-u)\,\psi[u, \varphi(u)]\,du. \qquad (2)$$

Răspunsul tranzitoriu al sistemului neliniar este în acest caz dat de relaţia :

$$x(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{\alpha-j\infty}^{\alpha+j\infty} \frac{H(p)\,\Phi(p) + \theta(p) - \lambda\,\Omega(p)}{F(p)}\, e^{pt}\, dp. \qquad (3)$$

Rezolvarea integralei (3) este posibilă cu ajutorul teoremei reziduurilor, aplicată pe un domeniu închis, limitat de axa $(\alpha - j\infty,\ \alpha + j\infty)$ şi de semicercul care are ca diametru această axă şi cuprinde semiplanul complex sting.

În continuare se discută condiţiile de aplicabilitate ale metodei. Se analizează apoi un exemplu de calcul al unei bucle neliniare care prezintă interes în practică, elementul neliniar fiind concretizat printr-o reactanţă cu miez de fier. Caracteristica elementului neliniar a fost aproximată printr-o parabolă cubică.

În încheiere se trag o serie de concluzii privind problemele ridicate de metoda de calcul al buclelor neliniare de reglare automată, expusă în lucrare. Se subliniază astfel faptul că teoria elaborată permite scrierea funcţiei de transfer şi a răspunsului tranzitoriu al buclei neliniare, precum şi faptul că lucrarea deschide, pe această linie, perspectiva unor noi cercetări în domeniul sistemelor neliniare.

A. A.

CZ 621.316.9 *Aparate de protecţie*

CZ **621.316.925 : 621.382.12**

Kojun, V. I. **Relee simple cu tranzistoare** (Prostie tranzistornîe termorele). In : Izmeritelnaia tehnika, nr. 8, 1962, 39—40.

Automatizarea proceselor de producţie din industrie impune realizarea unui număr mare de aparate pentru controlul temperaturii şi de relee termice. Releele termice ce folosesc termorezistenţe şi elemente semiconductoare reprezintă soluţii termice simple şi, prin preţul lor de cost scăzut, contribuie atît la reducerea costului instalaţiilor de control al temperaturii, cît şi la mărirea siguranţei în funcţionare.

Se descrie schema unui releu termic la care termorezistenţa este dispusă în braţul superior al divizorului de tensiune, care impune regimul de lucru al triodei semiconductoare. Circuitul este astfel calculat încît curentul din circuitul colector I_c, la temperatura prescrisă θ, să fie egal cu curentul

de declanşare I_d a releului electromagnetic. Pentru găsirea valorii rezistenţei semiconductoare se dau relaţii care ţin seamă de parametrii tranzistorului, ai releului electromagnetic şi ai temperaturii de declanşare a releului.

Curentul din circuit poate fi mărit printr-o legare în cascadă a cîtorva tranzistoare, prin aceasta la ieşire putîndu-se conecta relee electromagnetice cu curenţi de declanşare mari. În cazul în care se doreşte ca releul să declanşeze la scăderea temperaturii, se indică conectarea rezistenţei şi calculul valorii ei.

F. T.

CZ 621.317.2 (43–2.1.)

O nouă staţie de încercare la I.T. şi de verificare de mare putere. (Neues Hochspannungs-Versuchsfeld und Hochleistungs-Prüffeld). În: Elektrizitätswirtschaft **61**, H. 22, 1962, p. 845 — 847.

Uzinele Siemens-Schuckert şi-au construit în Berlin Siemensstadt instalaţii complexe de încercare la înaltă tensiune şi la mare putere de rupere, a căror performanţe se redau în cele ce urmează:

Sala de tensiuni foarte înalte cu dimensiunile $42 \times 36 \times 25$ m are profilul parabolic care închide cu minim de spaţiu mort circuitul principal al generatorului de impuls de tensiune 3,6 MV. Hala este construită din numai trei elemente prefabricate din beton, o grindă de 3 m lungime şi două triunghiuri diferite din azbest. Acoperişul de forma unui cilindru parabolic este acoperit cu tablă de cupru care serveşte la ecranare în ambele direcţii a laboratorului. Pupitrele de comandă şi aparatele de măsură sînt dispuse pe un perete în două etaje şi protejate prin pereţi de sticlă.

Pentru încercările la tensiuni alternative s-a prevăzut o cascadă de transformatoare de 1,5 MV.

Încercările de fizică tehnică aferente se efectuează într-un corp de clădire cu două etaje, care conţine două săli de înaltă tensiune în care se pot efectua încercări pînă la 600 kV curent alternativ şi 1 MV impuls.

În sala mare parabolică se prevede încercarea echipamentului cu tensiuni nominale de 750 kV.

Staţia pentru încercările la putere de rupere se extinde pe o suprafaţă de 190 × 100 m, pe care se află o hală a generatorului de şoc, o staţie de conexiuni intermediară, un complex de transformatoare şi bare în aer liber, o hală conţinînd elementele unei scheme de încercări sintetice, cu post de comandă şi observaţie, celule de încercare şi un cîmp de încercare în aer liber.

Sala generatorului cuprinde generatorul de şoc capabil să livreze direct o putere de scurtcircuit de 4 300 MVA, menţinînd tensiunea nominală la borne, timp de 0,23 s, adică 8 + 15 semiperioade (la 50 Hz), ceea ce permite, cu anumite circuite suplimentare şi jocuri de transformatoare, să se încerce întreruptoare pînă la tensiunea de 500 kV şi puterea de rupere de 25 GVA, în regim RAR.

Generatorul este prevăzut a rezista în caz de scurtcircuit trifazat direct la borne, la un curent de vîrf asimetric de 350 kA, curentul simetric efectiv fiind de 130 kA, iar tensiunea la borne menţinîndu-se 19 kV. Din cauză că forţele electromecanice ce apar în acest caz la capetele de bobină nu se mai pot stăpîni la execuţiile bi-tetrapolare ale generatorului, s-a recurs la execuţia cu opt poli, care s-a realizat la limită cu modelul cel mai mare de generator pentru 750 rot/min. Greutatea statorului fiind de 390 t, pentru a reduce forţa maximă a podului rulant, carcasa a fost sudată pe loc din două bucăţi, după care s-a introdus pachetul de tole în greutate de 200 t. Barele izolate cu mică pentru tensiunea de 19 kV au fost introduse tot în hală în ancoşele deschise, într-o combinaţie de înfăşurare care s-a obţinut dintr-un calcul cu o maşină cifrică. Tensiunea de încercare electrică a fost 41 kV, iar forma tensiunii aproape de sinusoidă.

Rotorul forjat dintr-o bucată masivă de oţel cu doi arbori laterali prinşi prin flanşe poartă opt şanţuri rabotate în formă de coadă de rîndunică, în care s-au introdus şi fixat cei opt poli cîntărind fiecare 11 t, împreună cu înfăşurarea lor de excitaţie. Rotorul are greutatea de 225 t, iar momentul de giraţie a generatorului 1 300 tm^2 la o greutate totală de 680 t.

În caz de scurtcircuit la suprafaţa rotorului apar acceleraţii egale cu de 94 ori accelaraţia gravitaţiei (pe cînd în turbogeneratoare obişnuite apar obişnuit valori de 10 ori mai mici).

Generatorul se excită în gol cu 1 400 A sub 170 V, iar la şoc, cu 14 000 A sub 1 200 V, deci cu o putere de 16 800 kW, livrată de un grup special avînd o maşină separată de excitaţie în gol şi la şoc, antrenată de un motor asincron trifazat cu inele. Un volant greu montat pe arborele generatorului asigură menţinerea constantă a turaţiei la aplicarea excitaţiei de şoc. Reglajul fin automat al excitaţiei pe valori predeterminate se face prin amplificatoare magnetice.

Cuplul maxim de scurtcircuit atingînd 7 800 Mgfm, transmite fundaţiei o forţă de şoc de 1 100 Mgf, care se preia parţial prin resoarte puternice montate sub tălpile statorului astfel încît asupra fundaţiei se transmite direct numai 12,7 % din forţa de şoc. Astfel fundaţia s-a dimensionat numai pentru o forţă de şoc de 400 Mgf, care se atinge la încercarea întreruptoarelor monofazate de 16 2/3 Hz pentru căile ferate electrificate.

Noul generator de şoc va putea funcţiona în paralel cu un alt generator existent avînd o putere mai mică, legătura stabilindu-se prin bobine de sincronizare. În acest caz la barele transformatoarelor de şoc (avînd fiecare o putere de 250 MVA şi o greutate de 170 t) va fi disponibilă o putere de scurtcircuit trifazată de cel puţin 2 800 + 900 = 3 700 MVA. Jocul de transformatoare permite comunicarea puterii de scurtcircuit barelor de înaltă tensiune la care se racordează obiectele de încercat cu tensiuni pînă la 500 kV (în viitor 750 kV).

O hală separată conţine elementele schemei sintetice „de componente" tip Siemens, care permite o majorare a puterii de scurtcircuit cu un factor de 5—10, astfel că puterea de scurtcircuit ce stă la dispoziţie atinge 15 GVA la 220 kV şi 25 GVA la 380 kV.

Instalaţia se comandă de la un post central de control şi comandă, accesibil printr-un coridor subteran. Aici sînt concentrate pupitrele de comandă, dispozitivele şi aparatele de măsură.

Investiţiile pentru toate clădirile, instalaţiile şi amenajările necesare se cifrează la 20 milioane DM.

A. A.

INVENŢII

CZ 621.317.39 : 531.718

Aparat electropneumatic pentru controlul dimensional al pieselor. Brevet R.P.R. Nr. 41 387.

Pentru măsurarea cotelor dimensionale ale pieselor se folosesc diverse micrometre pneumatice, precum şi aparate de control speciale, prevăzute, unele cu mijloace de sortare a pieselor în piese bune, piese care depăşesc dimensiunea prescrisă, şi piese care se situează sub dimensiunea prescrisă, iar altele, cu mijloace pentru acţionarea directă asupra sculei care execută prelucrarea piesei.

Aceste aparate prezintă dezavantajul că presiunea de lucru este limitată de rezistenţa materialului burdufului ce intră în construcţia lor, din care cauză deplasările burdufului nu pot primi amplitudini mari, iar închiderea circuitelor electrice nu este fermă. Dezavantajele arătate au ca efect un coeficient de amplificare redus, precum şi dificultăţi în executarea operaţiei de sortare.

În cazul în care un asemenea aparat ar fi folosit pentru controlul activ al pieselor, adică pentru acţionarea sculei de prelucrare, incertitudinea închiderii circuitelor electrice ar da naştere la dificultăţi şi mai mari.

Pentru înlăturarea acestor dezavantaje, autorii ing. Gustav Gherba, ing. Paul Deac, ing. Francisc Vass, Francisc Ivanovici, ing. Gheorghe Stroe, de la Uzinele „Steagul Roşu"-Braşov, au conceput un aparat electropneumatic destinat a servi controlului dimensional al pieselor gata prelucrate (control pasiv) şi sortarea lor pe categorii în funcţie de abaterea pe care o are dimensiunea controlată faţă de dimensiunea prescrisă, respectiv pentru controlul dimensional al pieselor, chiar în momentul prelucrării (control activ), în care caz aparatul acţionează direct asupra sculei care execută prelucrarea şi opreşte operaţia de prelucrare în momentul în care dimensiunea piesei a atins valoarea prescrisă.

În acest scop, se foloseşte drept dispozitiv de amplificat o cameră închisă în care este dispus un burduf diferenţial solidar cu o tijă care se deplasează axial în interiorul camerei închise şi reproduce direct mişcările burdufului. Camera închisă este racordată la canalizaţia cu orificii de secţiune constantă, determinînd în exteriorul burdufului o presiune constantă, iar interiorul burdufului este racordat la canalizaţia pe care este dispus palpatorul pneumatic, respectiv capul de măsurat, care constituie orificiul cu secţiune variabilă şi determină în interiorul burdufului o presiune variabilă.

Deplasările burdufului se realizează în acest caz în permanenţă sub acţiunea diferenţei dintre presiunea exercitată constant şi presiunea variabilă, ceea ce înseamnă că pereţii burdufului pot fi cu mult mai subţiri decît în cazul aparatelor la care în exteriorul burdufului se află presiunea atmosferică, ceea ce permite realizarea de deplasări mai mari ale burdufului la aceeaşi diferenţă de presiune, deci un coeficient de amplificare propriu sensibil sporit faţă de acela al aparatelor cunoscute.

Acţionarea contactelor electrice în cazul sortării pieselor sau în cazul acţionării asupra sculei prelucrătoare, se realizează în acest caz direct de către tija solidară cu burduful, în care scop tija este prevăzută cu o camă plană, dispusă pe tijă, care, la deplasarea într-un sens, acţionează un prim contact electric, iar la deplasarea în sens opus, un al doilea contact electric, determinînd acţionări corespunzătoare în instalaţia de sortare, respectiv cea de prelucrare.

Pentru realizarea unor contacte electrice ferme, se folosesc contacte basculante, care, sub efortul de împingere radială dat de camă, execută deplasări bruşte înspre poziţiile-limită.

Aparatul este constituit din: dispozitivul de amplificare ce cuprinde o cameră închisă *1*, compusă din două compartimente *a* şi *b*, care comunică între ele, în compartimentul *a* fiind dispus un burduf *2*, prevăzut axial cu o tijă *3*, care este ghidată prin ghidaje dispuse în peretele *c* dintre cele două compartimente şi în pereţii compartimentului *b*.

În figura 1 se arată o secţiune prin dispozitivul de amplificare a aparatului prevăzut cu canalizaţiile de aer comprimat.

La camera închisă *1* este racordată o canalizaţie *4*, prevăzută cu orificii de secţiune constantă *5* şi *6*, prevăzută cu pontouri *7* şi *8* pentru stabilirea secţiunii constante la valoarea convenabilă aleasă, iar la burduf este racordată o canalizaţie *9* prevăzută cu un orificiu de secţiune constantă *10* şi cu un al doilea orificiu *11*, la care se ataşează palpatorul pneumatic, respectiv capul de măsură (nereprezentate în figură), care realizează orificiul de secţiune variabilă.

Pentru reglarea secţiunii orificiului *10* la valoarea dorită, serveşte un ponton *12*, iar pentru închiderea presiunii variabile din canalizaţia *9* serveste un manometru *13*, care poate fi gradat direct în fracţiuni de milimetru, pentru a indica direct abaterile dimensionale ale pieselor supuse controlului.

Alimentarea cu aer comprimat a canalizaţiilor *4* şi *9* se face printr-o conductă *14*, aerul comprimat fiind furnizat de o sursă de aer prin intermediul unui robinet *15*, un stabilizator de presiune *16* şi un filtru *17*.

În cazul cînd este vorba de măsurarea dimensiunilor pieselor gata prelucrate, piesa de prelucrat *18* se aduce în faţa

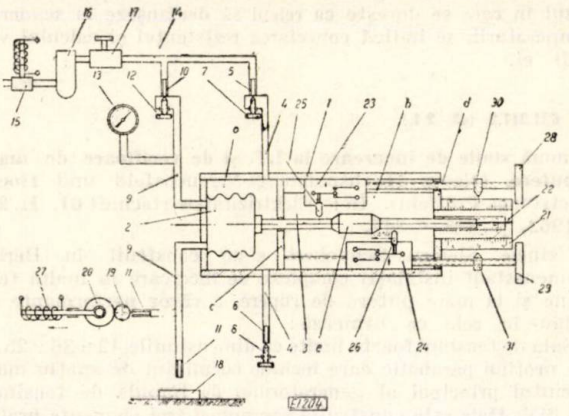


Fig. 1

palpatorului pneumatic, respectiv capul de măsură, realizînd orificiul cu secţiune variabilă *11*, iar cînd este vorba de controlat o piesă *19* în timpul procesului de prelucrare, palpatorul pneumatic se dispune în faţa piesei montată pe maşina-unealtă, controlul efectuîndu-se în timpul în care scula prelucrătoare *20* execută prelucrarea.

Deplasările tijei *3* se pot citi direct pe o scară *21* dispusă în afara unui cilindru transparent *22* situat în prelungirea camarei închise *1*, cilindru prin care se pot urmări diversele poziţii pe care le primeşte capătul tijei *3* faţă de poziţia mijlocie. Gradaţiile indică direct abaterile dimensionale ale piesei controlate, faţă de dimensiunea nominală prescrisă.

Pentru realizarea unei sortări automate a pieselor sau a unui control dimensional al pieselor, în timpul prelucrării, aparatul este echipat cu două contacte electrice basculante *23* şi *24*, dispuse în camera închisă, şi prevăzute cu palpatoare *25* şi *26* care se reazemă în permanenţă pe suprafaţa exterioară a tijei *3*.

În momentul în care abaterea a atins valoarea admisibilă, palpatorul *25* sau *26*, împins radial de o camă plană *e*, dispusă pe tija *3*, determină închiderea bruscă a circuitului electric al instalaţiei de sortare (nereprezentată în figură), în cazul cînd se realizează o sortare de piese prelucrate, respectiv a circuitului unui electromagnet *27* care determină retragerea sculei prelucrătoare *20*, în cazul cînd se realizează un control în timpul prelucrării. Reglarea poziţiei contactelor electrice basculante *23* şi *24* faţă de poziţia mijlocie (poziţia de zero) a tijei *3*, în raport cu mărimea admisibilă a abaterilor ce se controlează, se face cu ajutorul unor şuruburi de reglaj *28* şi *29* prevăzute cu indicatoarele *30* şi *31*.

Avantajele aparatului ce face obiectul invenţiei sînt:

— construcţie simplă;

— permite executarea unui control dimensional al pieselor fără folosirea unor dispozitive suplimentare de amplificare;

— fără schimbări constructive, acelaşi aparat poate fi folosit pentru o gamă largă de valori ale abaterilor admisibile, de la milimetri la fracţiuni de microni. *M.V.*

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU-redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂŢEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 071149 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti, Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 1685.

KÖMIVTÁRÉS * * * DOKUMENTÁCIÓS CSOPORT 1882

SOMMAIRE

CD 621.3.016.313

Nedelcu, V. N. : **Sur la définition de la puissance de dissymétrie.**

Electrotehnica, 11 (1963) no. 5. p. 161—163

En cas de transfert d'une puissance fluctuante entre un circuit donné et le réseau auquel il est connecté, il ne peut pas être question d'une puissance de dissymétrie telle qu'elle est indiquée dans (1). Pour la démonstration on utilise la notion „puissance apparente complexe instantanée" telle qu'elle est désignée dans (2). L'auteur déduit la condition de l'apparition de la puissance de dissymétrie, exprimée par la relation (20).

CD 621.3.011.1 : 538.521

Ţugulea, A. et *Mastero, S.* : **Sur la manière de considérer certains problèmes d'induction électromagnétique.**

Electrotehnica 11 (1963) no. 5 p. 163—172

Les auteurs s'opposent à certaines critiques portées à la théorie de Maxwell et démontrent que l'application conséquente de cette théorie ne conduit pas à des paradoxes. Dans l'électro-dynamique des milieux mobiles on doit utiliser la théorie de Maxwell-Hertz. Afin d'illustrer leur thèse, les auteurs traitent quelques exemples d'induction électromagnétique, qui ont suscité des discussions dans la littérature technique. Ils montrent que l'équivalence du courant de conduction et de celui de convection en ce qui concerne les actions pondéromotrices est erronée et ils remarquent que les formules de type Biot-Savart-Laplace pour des courants élémentaires ne peuvent pas faire l'objet d'une interprétation physique.

CD 621.313.33 : 621.824

Nistor, Al. et *Cotta, Al.* : **Usinage moderne des arbres des machines électriques à gabarit 3—10.**

Electrotehnica, 11 (1963) no. 5, p. 173—180

L'article présente les opérations d'usinage moderne des arbres des machines électriques nécessaires pour satisfaire les conditions de haute qualité et de productivité. On examine également les machines outils, leur emplacement dans le flux et les appareils de levage exigés par le processus technologique.

CD 621.317.333.82 : 621.313

Cleja, V. et *Vascan, Th.* : **Générateur d'impulsions répétées pour étudier le comportement aux impulsions et la défectoscopie des machines électriques rotatives.**

Electrotehnica, 11 (1963) no. 5, p. 180—188

A l'aide du générateur d'impulsions répétées on peut effectuer dans les meilleurs conditions, l'étude de la répartition de la tension d'impulsion dans les enroulements des machines électriques, afin d'établir une méthode pour essayer leur rigidité à l'onde d'impulsion. L'article décrit le générateur bicanal d'impulsions répétées de 10 kV construit par l'Institut de Recherches Electrotechniques (ICET), ainsi que les critèriums du choix des paramètres de l'appareil.

POUR LE JEUNE INGÉNIEUR

CD 621.313.2.047.24

Lică, V. et *Iruncă, M.* : **Cônes isolants en écailles de micanite des collecteurs des machines électriques rotatives.**

Electrotehnica, 11 (1963) no. 5, p. 188—194

L'article expose les formules de calcul pour la détermination des dimensions des écailles. En continuation on décrit le processus de fabrication ainsi que certains résultats obtenus dans la réalisation des cônes isolants.

COMPTES RENDUS, 194—196

DOCUMENTATION, 196—199

INVENTIONS, 199—200

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 620 ÎNCERCĂRI DE MATERIALE. CENTRALE DE FORȚĂ. ECONOMIA ENERGIEI

CZ 620.197.5 : 683.97

Fleischmann, L.

Protecția contra coroziunii prin instalații de curent separate, pentru marile rezervoare de apă caldă. În : Elektrotechn. Z. (ETZ — B) **14**, nr. 18, 3 sept. 1962, p. 487—488, 4 fig., 3 ref. bibl.

CZ 620.199 : 621.318.43 „401.7" : 621.327.534.15

Sturm, C.

Asupra încercărilor termice de durată a materialelor de bobinaj În : Elektrotehn. Z. (ETZ — B) **14** nr. 18, 3 sept. 1962, p. 483—486, 4 fig., 1 tab., 21 ref. bibl.

CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.017.71

Weedy, B. M.

Încălzirea mașinilor electrice. În : Electr. Rev. **170**, nr. 8, 4 mai 1962, p. 741 — 745, 6 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.313.13—181.4

Singer, R.

Micromotoarele electrice cu rotor plat. În : Électricien **75**, nr. 2026, iun. 1962, p. 114—121, 5 fig., 1 tabl.

CZ 621.313.2.047.4

Zolotaren, A. P.

Comutarea motoarelor de curent de pulsație și caracteristicile curent-tensiune ale periilor. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 40—43, 4 fig., 2 ref. bibl.

CZ 621.313.333.064

Kovacs, K. P.

Programarea proceselor tranzitorii ale motoarelor asincrone la mașinile de calculat analogice, ținîndu-se seama de saturație. În : Elektrotechnika **55**, nr. 5, mai, 1962, p. 183—195, 9 fig., 1 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI

CZ 621.314.2 : 621.317.333.82

Zamiatina, V. L. și *Sokolovski, A. S.*

Metoda măsurării prin impuls a transformatoarelor. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 23—27, 4 fig., 5 ref. bibl.

CZ 621.314.63

Kunert, M.

Datele tehnice ale redresoarelor cu siliciu OY911 — OY917. În : Radio u. Fernsehen **11**, nr. 7, apr. 1962, p. 209—210, 5 fig., 4 tab.

CZ 621.314.632 : 621.335.2.3.064.1.001.5

Sittnik, G.

Probleme de scurtcircuit la folosire de redresoare cu siliciu pe locomotive. În : Elektrie. **16**, nr. 10, oct. 1962, p. 310—317, 10 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.652 : 621.316.722.1

Zygmut, H.

Stabilizator de tensiune pentru redresoarele cu mercur. În : Prezegl. Elektrotehn. **38**, nr. 7, iul. 1962, p. 281—287, 20 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.315 TRANSMISIUNEA ENERGIEI ELECTRICE. LINII CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.211

Hanneberger, T. C. și *Fagen, M.*

Comparație între caracteristicile de transmisie ale cablurilor de comunicații izolate cu polietilenă și ale cablurilor izolate cu hîrtie. În : Communication and Electronics. nr. 59, mai 1962, p. 27—33, 13 fig., 3 tab.

CONTENTS

DC 621.3.016.313

Nedelcu, V. N.: **The definition of non-symmetrical power.**
Electrotehnica, 11 (1963) No. 5 p. 161–163

If fluctuating power is reciprocally transferred between a particular circuit and the connected network, it can not be referred to as „non-symmetrical power" as interpreted in reference [1]. The notion of „complex instantaneous apparent power" mentioned in paper [2] is used in view to demonstrate this. The condition of non-symmetrical power presence is deduced as expressed by relation (20).

DC 621.3.011.1 : 538.521

Ţugulea, A. and *Mastero, S.*: **The solution of some electromagnetical induction problems.**
Electrotehnica, 11 (1963) No. 5 p. 163–172

The authors discuss the criticisms brought to Maxwells theory, showing that the consequent application of the same does not lead to paradoxes. The Maxwell-Hertz theory should be applied to the electrodynamics of moving media. To demonstrate this, some examples of electromagnetic induction that created discussions around them, are correctly solved. The authors mention the non-accurate equivalence between conduction and convection current as regards dynamical actions and the absence of physical import in the Biot-Savart-Laplace type of formulas for elements of current.

DC 621.313.33 : 621.824

Nistor, Al. and *Cotta, Al.*: **Modern processing of electrical machine shafts.**
Electrotehnica, 11 (1963) No. 5 p. 173–180

The authors investigate the modern processing of electrical machine shafts, worked out so as to satisfy high quality and productivity conditions. They also specify the requested number of machine tools, the position in the flux and the necessary hoisting machines.

DC 621.317.333.82 : 621.313

Cleja, V. and *Vascan, Th.*: **Repeated impulse generator for impulse behaviour studies and the defectoscopy of rotative electric machines.**
Electrotehnica, 11 (1963) No. 5 p. 180–188

An impulse generator is used so as to study in the best conditions impulse voltage distribution in electric machine windings in view of establishing a method for testing their rigidity to the impulse wave. The paper describes the 10 kV 2-canal repeated impulse generator, built by the Institute for Electrotechnical Research as well as the criteria considered when choosing the parameters of this appliance.

THE YOUNG ENGINEERS ASSISTANCE

DC 621.313.2.047.24

Lica, V. and *Irunca, M.*: **Insulating micanite scales cones for electric rotating machine collectors.**
Electrotehnica, 11 (1963) No. 5, p. 188–194

Calculation formulas for determining scale dimensions are presented in this paper as well as the building technology and some results obtained when manufacturing insulating cones.

BOOK REVIEW, 194–196
REPORTS, 196–199
PATENTS, 199–200

CZ 621.315.615.2

Lipştein, A. R. şi *Stern, M. E.*

Influenţa săpunurilor asupra pierderilor dielectrice în uleiul de transformator. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 58—61, 2 fig., 2 tab., 11 ref. bibl.

CZ 621.315.616.97

Dobier, K. E.

Compounduri epoxidice cu permeabilitate dielectrică ridicată. În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 55—58, 4 fig., 2 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. DISPOZITIVE DE PROTECŢIE

CZ 621.316.13.027.2 : 621.316.9

Brückner, P.

Creşterea puterii scurtcircuitelor şi modul de stăpînire a lor în instalaţiile de joasă tensiune. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—B) **14**, nr. 19, 17 sept. 1962, p. 511—519, 18 fig., 11 ref. bibl.

CZ 621.316.79 : 648.235 — 523

Scheer, E.

Mecanisme de comandă pentru maşinile de spălat automate. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—B) **14**, nr. 23, 12 nov. 1962, p. 625—629, 12 fig.

CZ 621. 316.933. : 621.314.21.015.3

Christoffel, M. ş.a.

Protecţia transformatoarelor contra supratensiunii prin mijlocul unui cablu de intrare directă în caz de trăsnet în liniile aeriene. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—A) **83**, nr. 23, 5 nov. 1962, p. 761—772, 16 fig., 7 tab., 15 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURAT

CZ 621.317.3 : 621.312 : 620.193.8

Rychter, M. şi *Niederfurova, E.*

Metoda încercării în laborator a aparatelor electrotehnice din punctul de vedere al atacării de către mucegaiuri. În : Slaboproudy Obz. **23**, nr. 5, mai 1962, p. 261.

CZ 621.317.3 : 621.643 : 620.179.14

* * * **Metodă electrică pentru defectoscopia ţevilor.** În : Measurement and control, nr. 6, iun. 1962, p. 247—253, 7 fig.

CZ 621.317.51 : 621.314

Ulbricht, R.

Un nou transformator de curent pentru măsurat curenţi mari. În : Energietechnik **12**, nr. 5, iun. 1962, p. 271—272, 3 tab., 1 ref. bibl.

CZ 621.317.39 : 536.53 : 66.041.491

Lehmann, K. şi *Schmeiser, K.*

Noi dispozitive de măsură a temperaturii pe cuptoare rotative. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—B) **14**, nr. 17, 20 aug. 1962, p. 462—464, 7 fig., 5 ref. bibl.

CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI

CZ 621.318.2 : 621.313.823.1.024 — 181.4

Mimmel, H. şi *Tendeloo, K.*

Examinarea proprietăţilor magneţilor permanenţi pentru maşini mici de curent continuu. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—A) **83**, nr. 23, 5 nov. 1962, p. 776—780, 9. fig., 1 tab., 3 ref. bibl.

CZ 621.318.2 : 621.318.124

Mahner, H.

Calculul sistemelor cu magneţi permanenţi. În : Elektrotechn. Z. (ETZ—A), **83**, nr. 32, 5 nov. 1962, p. 780—786, 14 fig., 3 ref. bibl.

MAGYAR TUDOMÁNYOS KÖNYVTÁR ÉS INFORMÁCIÓS KÖZPONT

TÎRGUL DE LA POZNAN 9—23 IUNIE

CHLORIDE

O mare firmă britanică de baterii de acumulatoare

LA STANDUL 17, ÎN SALA Nr. 8

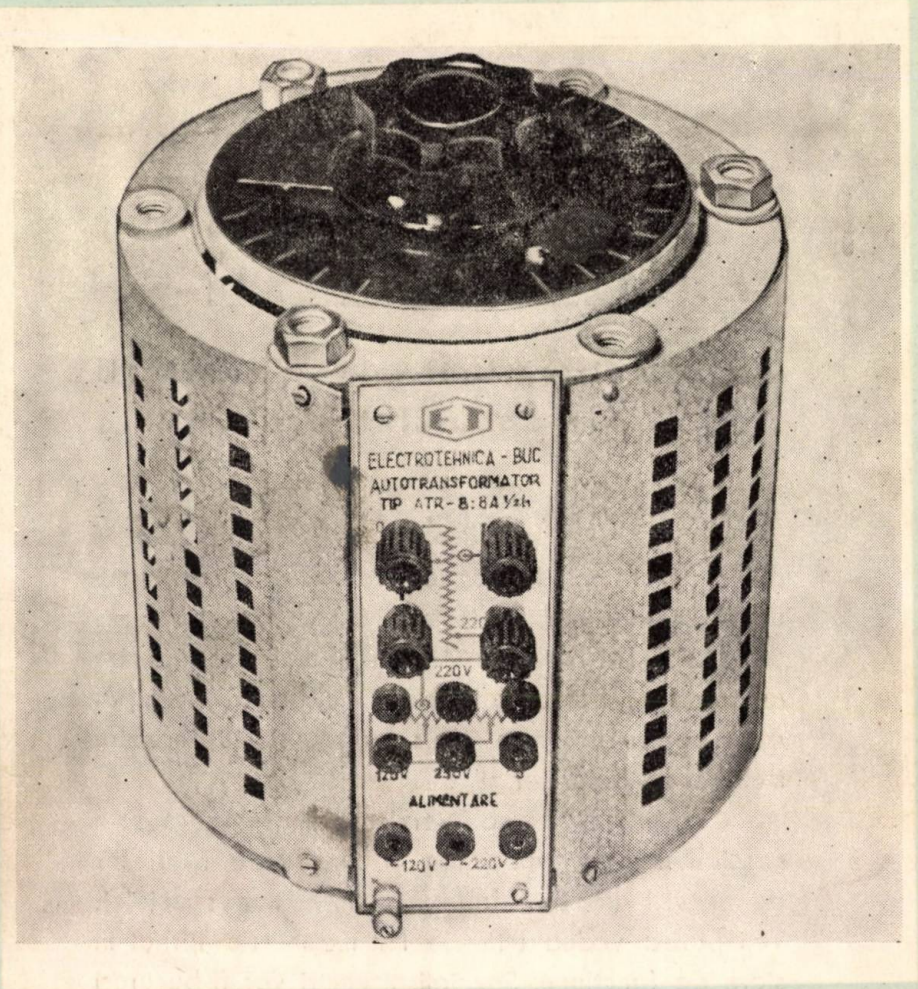
de la Tîrgul de la Poznan veţi găsi cîteva firme ale grupului Chloride Electrical Storage, dintre care:

Chloride Batteries Limited, cu baterii pentru automobile, tractoare şi maşini staţionare, echipament pentru iluminatul de siguranţă şi staţii pentru încărcarea bateriilor şi

Chloride Technical Services Limited care este specializată în proiectarea şi construcţia fabricilor de baterii (inclusiv fabricaţia maşinilor speciale). Veţi putea vedea ultimele lor maşini de turnat în stare de funcţiune. Specialiştii noştri vor fi bucuroşi să discute orice probleme în legătură cu maşinile pentru fabricarea bateriilor.

THE CHLORIDE ELECTRICAL STORAGE COMPANY LIMITED

CLIFTON JUNCTION, SWINTON, MANCHESTER, ENGLAND

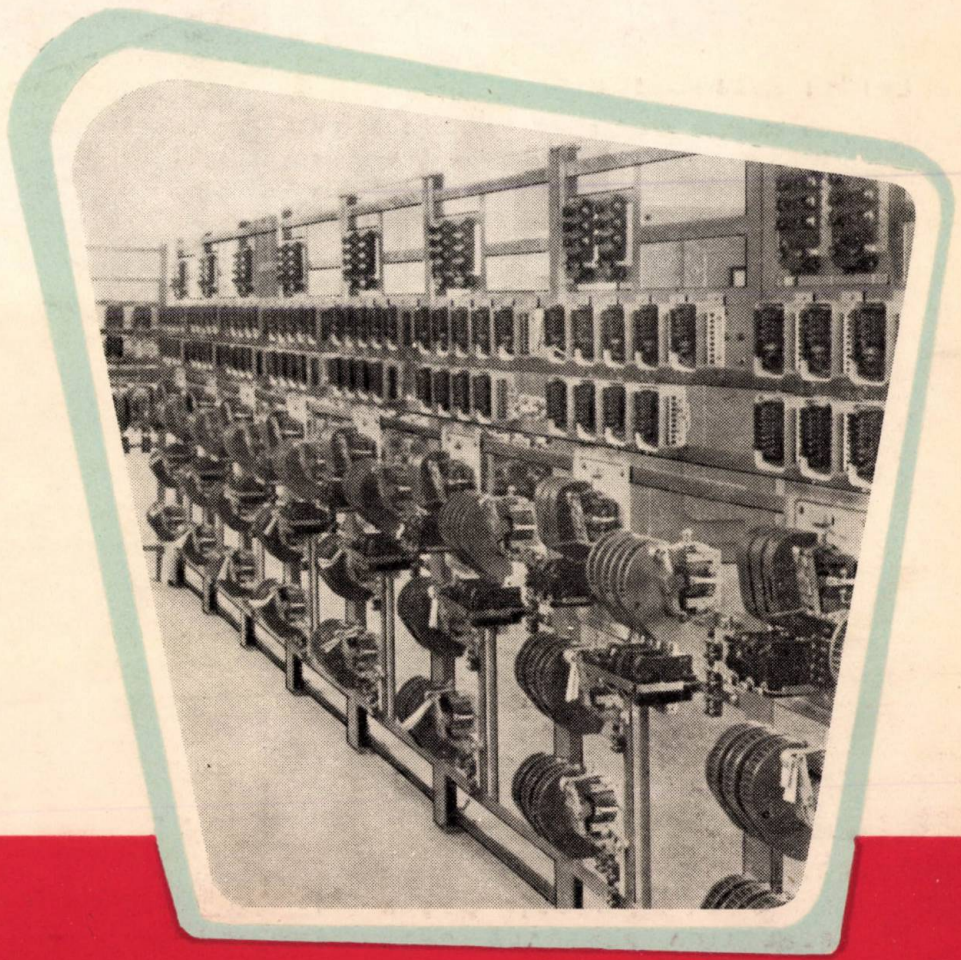

ELECTROTEHNICA - BUC
AUTOTRANSFORMATOR
TIP ATR-8; 8A ½h
220V
ALIMENTARE
120V
220V

I.P.2, c. 1685

E 2040

R

ELECTROTEHNICA



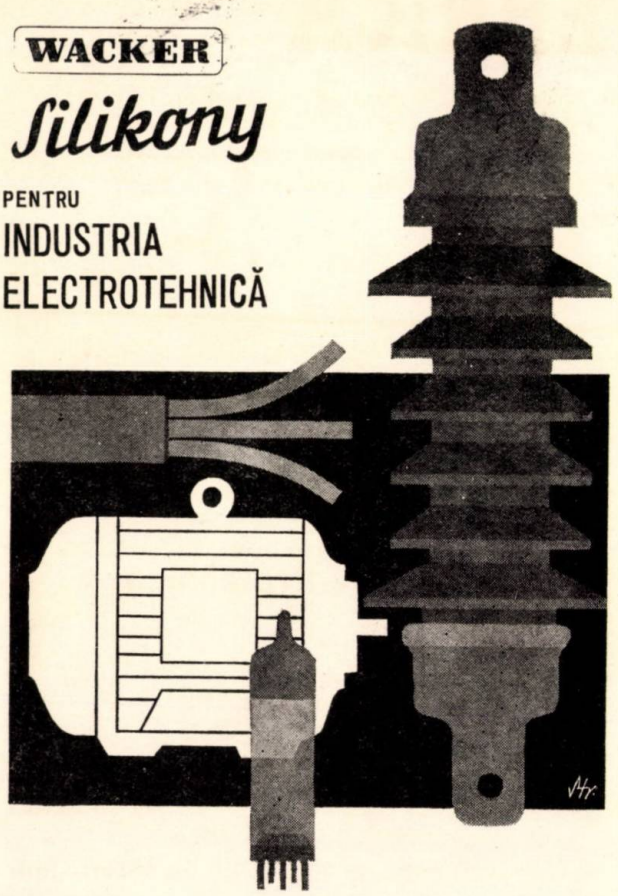
6

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 6 ★ p. 201—240 ★ iunie 1963

WACKER

Silikony

PENTRU
INDUSTRIA
ELECTROTEHNICĂ



ULEIURI SILICONICE

de exemplu drept agenţi de răcire pentru tuburi amplificatoarere, dielectric de umplere pentru condensatoare şi transformatoare, drept uleiuri pentru pompe de difuzie şi ca medii de vaporizare

PASTE SILICONICE

de exemplu drept materiale electroi olante materiale de acoperire pentru cristale; pentru evitarea străpungerilor şi curenţilor de dispersie la izolatoare şi instalaţii de comutaţie

GRĂSIMI SILICONICE

de exemplu agent de ungere pentru motoare de ventilaţie şi instalaţii de uscare, pentru demaroare şi electromotoare care sînt supuse la tsmperaturi înalte.

Vă sfătuim cu plăcere şi vă punem la dispoziţie prospecte.

WACKER

WACKER — CHEMIE GMBH
München 22, Căsuţa poştală 1
REPUBLICA FEDERALĂ GERMANĂ

ELECTRO BANAT

fabrică

un variat sortiment de:

Baterii
Pile electrice
Dulii
Lanterne
Aparataj de joasă tensiune

Candelabre
Lămpi pentru noptiere
Accesorii pentru candelabre

Corpuri de iluminat industrial
Corpuri de iluminat pentru vehicule
Aparataj pentru vehicule

I. I. S. ELECTRO-BANAT
TIMIŞOARA
STR. PESTALOZZI Nr. 22 ● TEL. 42-60; 42-61; 42-62
ADRESA TELEGRAFICA: EL-BA

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 6 iunie 1963

CUPRINS

CZ 621.312.003.1

Areşteanu, H.: **Sporirea productivităţii muncii în industria electrotehnică.**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 6, p. 201–209

Se arată importanţa sporirii productivităţii muncii în industria electrotehnică şi se expun metodele folosite în planificarea productivităţii muncii în industria electrotehnică.

CZ 621.313.322.011.1

Nedelcu, V.: **Cu privire la scrierea ecuaţiilor generale ale maşinii sincrone.**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 6, p. 209–214

În lucrare se introduc vectorii spaţialo-temporali reprezentativi ai mărimilor statorului, care se corelează prin ecuaţia vectorială unică de tensiuni a statorului; se impune condiţia că la limită această ecuaţie trebuie să verifice regimul de funcţionare de referinţă. Procedînd în acest mod se arată că forma scrierii legii inducţiei electromagnetice şi alegerea semnului pozitiv al axei q faţă de axa d nu influenţează forma ecuaţiilor în sistemul d, q, o. Rezultă astfel că numărul variantelor care satisfac regimul de referinţă este de 8 : 4 pentru maşina generator şi 4 pentru maşina sincronă motor.

CZ 621.313.323.044.53.004.13

Nicolaïde, A. şi *Drăgănescu, O.*: **Caracteristicile de pornire ale motoarelor sincrone cu poli aparenţi masivi.**

Electrotehnica **11** (1963), nr. 6, p. 215–225

În lucrare se studiază caracteristicile de pornire ale maşinilor sincrone cu piese polare masive. Se examinează atît cazul rotoarelor fără inele de conexiune, cît şi cazul rotoarelor cu inele de conexiune. Se indică o nouă metodă de calcul a caracteristicilor de pornire, mai exactă decît cele cunoscute, şi se compară cu rezultatele încercărilor experimentale pe mai multe maşini. Se constată o concordanţă satisfăcătoare între rezultatele calculului şi rezultatele încercărilor experimentale.

CZ 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Vasilescu, A.: **Influenţa cablurilor de tensiune foarte înaltă asupra curentului de excitaţie şi stabilităţii generatoarelor care le alimentează.**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 6, p. 225–230

Se tratează influenţa existenţei unor reţele de cabluri de înaltă tensiune asupra proiectării generatoarelor sincrone de mare putere.

RECENZII, 231–233
REFERATE, 233–237
CRONICĂ, 238–239
SCURTE ŞTIRI, 239–240

Fotografia de pe coperta I reprezintă un aspect din fabricația tabloului de comandă TC G_1 — destinat unui concasor giratoric, iar fotografia de pe coperta a IV-a un amplificator magnetic de putere cu redresor AMSU-55 KVA.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.312.003.1

Арештяну, Х.: **Повышение производительности труда в области электротехнической промышленности.**

Electrotehnica **11** (1963), № 6, стр. 201–209

Указывается значение производительности труда в области электротехнической промышленности и излагаются применяемые методы по планированию производительности труда в данной области.

ДК 621.313.322.011.1

Неделку, В.: **К вопросу о записи общих уравнений синхронной машины.**

Electrotehnica **11** (1963), № 6, стр. 209–214

В работе определяются пространственно-временные изображающие векторы статорных величин, которые объединяются единым векторным уравнением напряжений статора, при условии, что к пределу, данное уравнение должно удовлетворять уравнению исходного режима работы. Демонстрируется, что форма записи закона электромагнитной индукции и выбор положительного направления оси q по отношению оси d не влияет на форму уравнений в системе координат d, q, o и в переменных ψ. Следовательно, число вариантов этих уравнений, удовлетворяющих условиям исходного режима — 8: — четыре для генераторного режима и четыре для двигательного режима работ.

ДК 621.313.323.044.53.004.13

Николаиде, А. и *Дрэгэнеску, О.*: **Характеристики пуска синхронных двигателей с массивными явновыраженными полюсами.**

Electrotehnica **11** (1963), № 6, стр. 215–225

Работа посвящена изучению характеристик пуска синхронных машин с массивными полюсными башмаками. Рассматриваются как случай роторов без соединительных колец, так и с соединительными кольцами. Указывается новый расчётный метод характеристик пуска, более точный по отношению к известным нами методам, и сравнивается с результатами экспериментальных испытаний, выполненных на ряде машин. Наблюдается удовлетворительная согласованность между расчётными результатами и результатами опытных испытаний.

ДК 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Василеску, А.: **Влияние кабелей высокого напряжения на устойчивость питающих их генераторов.**

Electrotehnica **11** (1963), № 6, стр. 225–230

Рассматривается влияние сетей кабелей высокого напряжения на проектирование мощных синдронных генераторов.

РЕЦЕНЗИИ, 231–233

РЕФЕРАТЫ, 233–237

ХРОНИКА, 238–239

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, 239–240

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.312.003.1

Arefteanu, H.: **Die Steigerung der Arbeitsproduktivität in der elektrotechnischen Industrie**

Electrotehnica **11** (1963), H. 6, S. 201–209

Es wird auf die Bedeutung der Steigerung der Arbeitsproduktivität in der elektrotechnischen Industrie hingewiesen und die bei der Planung der Arbeitsproduktivität in der elektrotechnischen Industrie angewandten Verfahren dargelegt.

DK 621.313.322.011.1

Nedelcu, V.: **Über die Schreibung der allgemeinen Gleichungen der Synchronmaschinen.**

Electrotehnica **11** (1963), H. 6, S. 209–214

Im Aufsatz werden die repräsentativen räumlich-zeitlichen Vektoren der Statorgrösse eingeführt, die durch die einheitliche Vektorgleichung der Statorspannung korreliert wird. Daraus ergibt sich die Forderung, dass beim Grenzwert diese Gleichung den Referenz-Betriebszustand darzustellen muss. Von dieser Vorausetzung ausgehend wird darauf hingewiesen, dass die Schreibung des Satzes der elektromagnetischen Induktion und die Auswahl des positiven Zeichens der Axe q gegenüber der Axe d die Form der Gleichung im System d, q, o nicht beeinflusst. Man gelangt zur Schlussfolgerung, dass der Referenzbetrieb von 8 : 4 Varianten für den Generator und von 4 für den Synchronmotor erfüllt wird.

DK 621.313.323.044.53.004.13

Nicolaide, A. und *Drăgănescu, O.*: **Anlaufkennwerte der Synchronmotoren mit massiven Schenkelpolen.**

Electrotehnica **11** (1963), H. 6, S. 215–225

Im Aufsatz werden die Anlaufkennwerte der Synchronmaschinen mit massiven Polschuhen untersucht. Dabei wird der Fall der Rotoren mit und ohne Schleifringe behandelt. Die Verfasser führen ein neues Berechnungsverfahren der Anlaufkennwerte, das genauer als die bisher bekannten ist an und vergleichen die an mehreren Maschinen erzielten Versuchsergebnisse. Dabei wird eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den Berechnungs- und Versuchsergebnissen festgestellt.

DK 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Vasilescu, A.: **Der Einfluss der Hochspannungskabel auf die Erregerspannung und die Stabilität der Speisegeneratoren.**

Electrotehnica **11** (1963), H. 6, S. 225–230

Der Einfluss der Übertragungskabeln des Kraftstroms zum Verbraucher, auf das Auslegen der grossen Synchrongeneratoren wird im vorliegendem Aufsatz behandelt.

BUCHBESPRECHUNGEN, 231–233

BERICHTE, 233–237

CHRONIK, 238–239

KURZENACHRICHTEN, 239–240

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 6 Bucureşti, iunie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLYA 1883

Sporirea productivităţii muncii în industria electrotehnică

H. Areşteanu* — Bucureşti

Documentele de partid prevăd să se acorde o atenţie deosebită ridicării productivităţii muncii. Această grijă trebuie să fie deosebită în industria electrotehnică, care se dezvoltă în ritm rapid. Articolul aduce o contribuţie la lămurirea şi soluţionarea problemelor specifice ce se pun în acest sens.

CZ 621.312.003.1

Sporirea necontenită a productivităţii muncii este una dintre legile obiective care acţionează în socialism, fiind izvorul principal al reproducţiei lărgite şi condiţia esenţială pentru ridicarea nivelului de trai. Lenin a arătat că „productivitatea muncii este, în ultimă analiză, factorul cel mai important, cel mai de seamă al victoriei noii orînduiri sociale".

Ritmul rapid de creştere a productivităţii muncii, caracteristică esenţială a orînduirii socialiste, este determinat în primul rînd de nivelul tehnic al mijloacelor de producţie cu care este înzestrată economia. Pentru realizarea ritmului înalt de productivitate trebuie introdusă tehnica nouă în toate ramurile economiei prin construirea de fabrici noi, utilate la nivelul tehnicii moderne, prin introducerea de maşini şi materiale moderne, prin reutilarea uzinelor existente.

Organizarea socialistă a uzinei, cooperarea şi specializarea, introducerea tehnicii moderne, cu un înalt grad de mecanizare şi automatizare, asigură un înalt nivel de productivitate. În acelaşi timp se realizează reducerea eforturilor fizice, înlocuirea muncii manuale prin muncă intelectuală.

Productivitatea muncii fiind, de asemenea, şi un indicator sintetic, care indică nivelul tehnic şi organizatoric la care se găsesc ramura şi întreprinderea, reprezintă factorul esenţial de analiză şi măsuri pentru toţi lucrătorii din industrie.

Directivele celui de-al III-lea Congres al P.M.R. prevăd pentru perioada 1959—1965 o sporire a productivităţii pe industrie de 60—65%, urmînd ca 70% din sporul de producţie industrială să se facă pe seama productivităţii.

Industria electrotehnică, afară de faptul că trebuie să atingă un înalt nivel de productivitate, este chemată să asigure creşterea rapidă, în toate ramurile economiei, a productivităţii muncii, urmînd să construiască maşinile şi aparatele pentru extinderea electrificării, elementele şi instalaţiile de automatizare complexă, echipamentul electronic.

Conducerea P.M.R. a urmărit de la naţionalizare, în mod deosebit, asigurarea dezvoltării rapide a industriei electrotehnice, consolidarea acestei producţii prin dotarea cu mijloace tehnice moderne, construirea de fabrici noi, aducerea de modele şi licenţe, introducerea tehnicii moderne. S-a organizat producţia de noi sortimente, cum sînt tranzistoarele şi piesele de radio, pentru electronica industrială, tuburile fluorescente, locomotivele Diesel electrice.

Colectivele din uzine, mobilizate de organizaţiile de partid, folosind iniţiativa creatoare a maselor largi de ingineri, tehnicieni şi muncitori şi importantele rezerve interne, aduc o contribuţie esenţială la sporirea necontenită a productivităţii muncii prin punerea în practică a măsurilor tehnico-organizatorice.

* Ing. *H. Areşteanu* este şeful sectorului economic al Direcţiei generale a industriei electrotehnice din Ministerul Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini.

1. Dezvoltarea și rolul industriei electrotehniee în economia R.P.R.

Industria electrotehnică a cunoscut în economia R.P.R. o dezvoltare impetuoasă, producția în 1962 fiind de 17 ori mai mare decît în 1950 și de 4,8 ori mai mare decît în 1955.

În anul 1962 s-a atins nivelul de producție prevăzut în Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. pentru 1965, producția fiind de 2,48 ori mai mare decît în 1959. Ritmul mediu anual de creștere a fost de 19% în intervalul 1955—1959 și de 32% în anii 1960—1963, în timp ce între 1960 și 1962, pe ramura construcții de mașini, ritmul mediu anual a atins 23% iar pe întreaga industrie 15,7%.

În același timp, ponderea industriei electrotehnice a crescut de la 0,8%, din total industrie în 1950, la 1,4% în 1955 și la 2,9% în 1961. În ramura constructoare de mașini, ponderea industriei electrotehnice a crescut de la 8,8% în 1959 la 11,2% în 1962 și va fi de 12,4% în 1963. Valoarea mijloacelor fixe a crescut în 1962 cu 81% față de 1955, iar utilizarea mijloacelor a sporit de la 1,6 $\frac{\text{lei producție}}{\text{lei mijloace fixe}}$ în 1955 la 2,4 în 1962. Prin lucrările capitale, prin utilizarea mai completă a capacităților de producție, prin măsurile tehnico-organizatorice, s-au sporit posibilitățile de producție de 3,2 ori în 1963 față de 1959, asigurîndu-se o producție de 5,2 lei pe leu investit. Industria electrotehnică satisface majoritatea nevoilor economiei cu mașini, aparate și instalații la un nivel tehnic din ce în ce mai ridicat, asigurînd dezvoltarea electrificării, a industriei constructoare de mașini, a industriei chimice și petroliere etc.

În fiecare an se asimilează produse noi, ajungîndu-se la 300 produse asimilate în 1962, printre care pot fi menționate locomotive Diesel electrice, tranzistoare și semiconductoare, televizoare, tuburi fluorescente, elemente de automatizare, numeroase bunuri de consum electrotehnice. Exportul de produse electrotehnice a crescut în 1962 de patru ori față de 1959, atingînd 5% din volumul producției.

2. Unele metode folosite în planificarea productivității muncii în industria electrotehnică

De mai mulți ani, planificarea productivității muncii capătă aspecte mai științifice, sarcinile de sporire avînd la bază o fundamentare din ce în ce mai amănunțită.

La întocmirea planurilor se au în vedere condițiile efective din uzine, influența structurii de sortimente, eficiența planurilor de măsuri tehnico-organizatorice, creșterea producției, punerea în practică a directivelor superioare, ținînd seamă de caracterul progresist și mobilizator pe care trebuie să-l aibă sarcinile de sporire a productivității muncii.

Principala preocupare a constat în reducerea continuă a cheltuielilor de muncă în producție.

2.1. *Influența structurii de sortimente* este determinată fie de introducerea în anul de plan a unor noi sortimente cu manoperă diferită pe 1 000 lei producție, fie de creșterea procentuală diferită la sortimentele care alcătuiesc planul, fie de modificarea gradului de integrare a produselor sau a gradului de cooperare. Spre exemplu, la uzinele Electronica în fiecare an s-au introdus noi tipuri de aparate de radio modernizate și de televizoare, a sporit numărul pieselor executate în țară, sortimentele au crescut în fiecare an cu procente diferite și în uzină s-a concentrat fabricația de repere și subansambluri, inclusiv cele din mase plastice. Pentru a calcula toate influențele structurii de sortimente și ale integrării s-a folosit metoda calculului producției în ore-muncă, la același nivel de normare în anul de bază și anul de plan. Spre exemplu, la o uzină cu o creștere a producției de 20% se calculează numărul de ore-normă necesar realizării producției conform sortimentelor în cantitățile stabilite la nivelul normelor medii din anul precedent, rezultînd 5,4 milioane ore. Dacă în anul precedent producția s-a realizat spre exemplu cu 4,4 milioane ore-normă, ținînd seamă că raportul între 5,4 și 4,4 este 1,23, înseamnă că avem o influență negativă de 3%, deoarece în timp ce producția crește cu 20% volumul de ore-muncă crește cu 23%. La un număr de 1 800 muncitori care lucrează în acord, aceasta reprezintă o creștere de 54 muncitori, adică o influență negativă la indicele de productivitate de $\frac{1{,}20}{1{,}23} = 0{,}975 = 2{,}5\%$ la muncitorii în acord, care apoi trebuie raportat la total salariați și dă o influență de 1—2% pe uzină.

Dacă raportul dintre sporirea producției și sporul de ore-normă este 1, nu sînt influențe de structură, și dacă este supraunitar, influența este favorabilă, adică vine să asigure sporirea productivității fără o contribuție efectivă a uzinei.

2.2. *Calculul numărului de salariați și al sporirii productivității muncii.* În fiecare an, organele de planificare din industria electrotehnică calculează, pe uzine și pe direcție generală, necesarul de forțe de muncă pe categorii de salariați, sporul de productivitate, economia de forțe de muncă pe categorii prin sporirea producției și productivității, indicele de sporire, cît anume din creșterea producției se realizează pe seama sporirii productivității, precum și influența asupra prețului de cost al producției. Se consideră o uzină cu 3 000 de salariați în anul de bază, dintre care : 1 800 muncitori de bază, în acord : 200 muncitori de bază, în regie ; 600 muncitori auxiliari ; 400 salariați tehnico-administrativi, care are o creștere de producție de 30%. În anul de bază s-au realizat 4,3 milioane ore-

normă. Există o structură negativă de sortiment cu o influență de 2%, ceea ce reprezintă 47 muncitori.

2.3. *Calculul muncitorilor în acord.* La calculul muncitorilor în acord se stabilește necesarul de ore-normă pentru anul de plan pe baza planului de producție calculat din suma sortimentelor cu cantitățile respective, folosind normele la nivelul anului de bază.

Se stabilesc prin planul de măsuri tehnico-organizatorice, care trebuie să fundamenteze sarcina de sporire a productivității, măsurile de sporire a productivității, ale căror eficiențe se reflectă în economia de manoperă directă. Măsurile pot fi tehnice (procese tehnologice, utilaje noi), organizatorice (de normare tehnică, de folosire a timpului de lucru) și trebuie la fiecare să se precizeze economia de manoperă.

Așa de exemplu, prin mărirea vitezei unei mașini, la confecționarea unei piese timpul se reduce de la 2,4 h/bucată la 2 h/bucată, ceea ce la 250 000 bucăți duce la o economie de 100 000 ore-normă, adică 36 muncitori, deci 2% la muncitorii în acord. Dacă pe total, spre exemplu datorită măsurilor tehnico-organizatorice, se poate realiza o economie de 500 000 ore-normă, rezultă o economie de 179 muncitori direct productivi, considerînd o îndeplinire medie a normelor de 120% și o utilizare a timpului de lucru de 2 448 h/an și muncitor.

Față de un număr de 1 800 muncitori în acord în anul de bază, la o creștere a producției de 30%, dacă nu s-ar aplica măsurile tehnico-organizatorice, ar rezulta un număr de 2 340 muncitori. Prin măsuri tehnico-organizatorice se pot economisi 500 000 ore-normă manoperă, adică 179 muncitori care lucrează în acord, deci o sporire a productivității la această categorie de 8,3%. Considerînd economia raportată la total salariați, rezultă o sporire de productivitate, prin economie de manoperă în acord, de 5,2% (tabela 1). În felul acesta se fundamentează 5,2% din sarcina totală de productivitate. Aceasta înseamnă că prin măsuri tehnico-organizatorice se poate realiza o însemnată creștere de productivitate. Din numărul de ore-normă total redus corespunzător economiei calculate, ținînd seama de îndeplinirea de norme și de utilizarea extensivă a timpului de lucru, rezultă necesarul de muncitori de bază în acord.

2.4. *La celelalte categorii de salariați* se calculează necesarul numeric pe baza normativelor care trebuie îmbunătățite an de an, pe baza nevoilor reale și încărcării, ținînd seamă că toate categoriile de salariați trebuie să crească numeric într-o proporție mult mai mică decît creșterea producției. Făcînd diferența dintre creștere, aplicînd procentul de creștere a producției și creșterea efectivă rezultă economia. De exemplu, la auxiliari, la 600 de muncitori, procentual cu creșterea producției ar fi o creștere de 180 muncitori; planificăm numai o creștere de 15%, adică 90 de muncitori, și deci o economie de 90 de muncitori. În cazul nostru, la o creștere a producției de 30%, creșterea personalului în regie poate să fie de 8—12%, la auxiliari pînă la 15% (considerînd o creștere masivă la sculării), la salariații tehnico-admistrativi 6—8%. În aceste condiții se poate întocmi tabela 1 recapitulativă.

Tabela 1

Categoria	Numărul de salariați în anul de bază	Creșterea producției	Numărul de salariați în raport cu creșterea producției	Numărul de salariați necesari în anul de plan	Creșterea numărului de salariați în anul de plan, %	Economia de salariați, %	Sporul de productivitate la categoria respectivă, %	Sporul de productivitate la total salariați, %	Sporirea producției pe seama productivității, %
1	2	3	4 (col. 2·1,3)	5	6 $\left(\text{col.}\frac{5}{2}\cdot 100\right)$	7 (col. 4—5)	8 $\left(\text{col.}\frac{7}{5}\cdot 100\right)$	9 $\left(\text{col.}\frac{7}{5}\cdot 100\right)$	10 (col. 3—6)
Muncitori de bază în acord	1 800	—	2 340	2 161	20	179	8,3	5,1	—
Muncitori de bază în regie	200	—	260	220	10	40	18,1	1,2	—
Auxiliari	600	—	780	690	15	90	13,1	2,6	—
Personal T-A	400	—	520	424	6	96	22,6	2,7	—
Total:	3 000	30%	3 900	3 495	16,5	405	11,6	11,6	13,5

Notînd cu P_b — productivitatea în anul de bază; cu P_p — productivitatea în anul de plan; cu V — volumul producției în anul de bază; cu v — creșterea producției; cu N — numărul în anul de bază; cu n — creșterea numărului în anul de plan; rezultă:

$$P_b = \frac{V}{N},\quad P_p = \frac{vV}{nN},$$

$$\text{sporirea de productivitate} = \frac{\frac{vV}{nN}}{\frac{V}{N}} = \frac{v}{n};$$

în cazul nostru sporirea de productivitate este $\frac{1{,}3}{1{,}165} = 1{,}116$ sau 11,6%.

Creșterea producției se realizează 16,5% prin creșterea de muncă și 13,5% prin creșterea de productivitate.

La aceasta trebuie adăugate influențele de structură, în cazul nostru defavorabile, cu o influență de 47 muncitori și rezultă :

— sarcina de sporire a productivității: 10,2% ;
— numărul de salariați :3 495 + 47 = 3 542 ;
— sporirea numărului de salariați : 18% ;
— creșterea producției pe seama creșterii de productivitate :12%.

Rezultă că efortul real de sporire a productivității este de 11,6% și, datorită influenței defavorabile de structură, se reduce la 10,2%, aplicînd metoda de calcul la valoare. Dacă prin plan se prevede o sarcină de sporire de 11% spre exemplu, rezultă că prin calcul am fundamentat 10,2% și mai rămîne o diferență de 0,8%, adică un debit de 28 muncitori $\left(\frac{0{,}8 \times 3\,405}{100}\right)$, care trebuie economisit prin reduceri suplimentare față de cele socotite, fie la manopera directă ($26 \times 2\,448 - 120 \times 1{,}2 = 78\,000$ ore-normă), fie la salariații indirect productivi.

În industria electrotehnică, în ultimii patru ani, ritmul mediu anual de creștere a producției a atins 32% pe an.

S-a planificat în fiecare an o reducere a manoperei directe de 6—8%, o sporire a numărului de muncitori auxiliari de 12—14%, a numărului de muncitori în regie de 7—8%, și de personal tehnico-administrativ de 10—16%. În anii 1960—1961 au fost importante influențe negative de structură de sortimente, despre care se va trata mai departe.

Creșterea mare la auxiliari a fost necesară în special pentru dezvoltarea sculăriilor, iar la personalul tehnic, pentru a se asigura capacitatea de pregătire tehnică.

În mod corespunzător sporirii productivității, s-a prevăzut și realizat reducerea prețului de cost ținînd seamă de efectele creșterii neproporționale a fondului de salarii în raport cu producția.

3. Sporirea productivității în industria electrotehnică

În întreaga industrie, productivitatea muncii a crescut în anul 1961 față de 1950 cu 233%, în ramura constructoare de mașini, cu 373%, iar în industria electrotehnică cu 531%. În timp ce ritmul mediu anual de creștere a productivității pe industrie în perioada 1950—1961 a fost de 8%, la construcții de mașini a fost de 12,7, iar în industria electrotehnică de 16,5%. În primii trei ani ai planului de șase ani, productivitatea a crescut cu 40% în ramura constructoare de mașini, iar în industria electrotehnică numai cu 31,9%. În anul 1963 față de 1959, productivitatea în industria electrotehnică va spori cu 56%. Din creșterea de producție pe primii patru ani ai planului

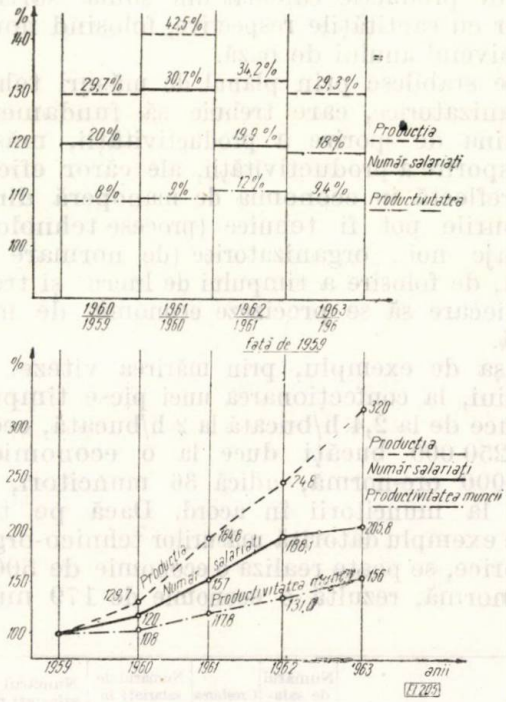


Fig. 1. Dinamica producției, a forțelor de muncă și a productivității muncii.

șesenal (1963 considerat plan), 40% din sporul de producție se realizează pe seama sporirii productivității muncii.

În graficul 1 se poate vedea dinamica producției și productivității muncii pentru anii

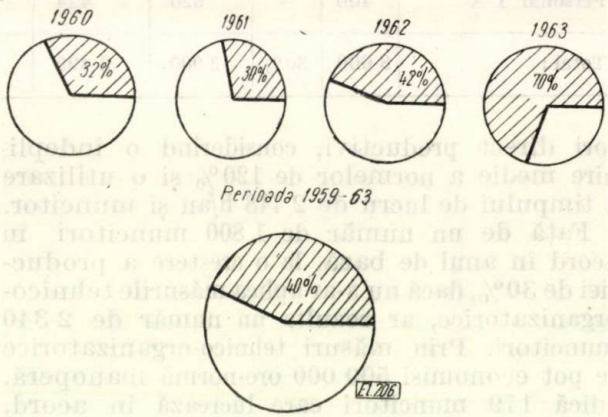


Fig. 2 : ▨ — sporul de producție realizat datorită productivității muncii.

1959—1963, iar în graficul 2 se poate vedea cît a fost realizat datorită productivității muncii, din sporul de producție.

4. Analiza nivelului de productivitate a muncii în industria electrotehnică

Sporul de productivitate realizat an de an, rezultat din aplicarea metodei de calcul prin raportarea valorii producției la numărul de salariați, nu reflectă rezultatele efective ale sporirii productivității fizice, deoarece influența de structură, atît ca sortiment, cît și cantitativă, integrarea, specializarea și cooperarea au fost atît de mari încît cifrele sînt deformate. Este suficient să se arate că în fiecare an, la o creștere medie de 32% a producției, s-a redus manopera directă cu 5—7%, că în nici un an sporul de salariați neproductivi n-a reprezentat peste 50% din sporul de producție, pentru ca să ne dăm seama că sporirea reală de productivitate a fost de 12—13% pe an, deși ritmul mediu rezultat prin împărțirea valorii globale la numărul de salariați este de 10% pe an între 1959 și 1962 (grafic 3).

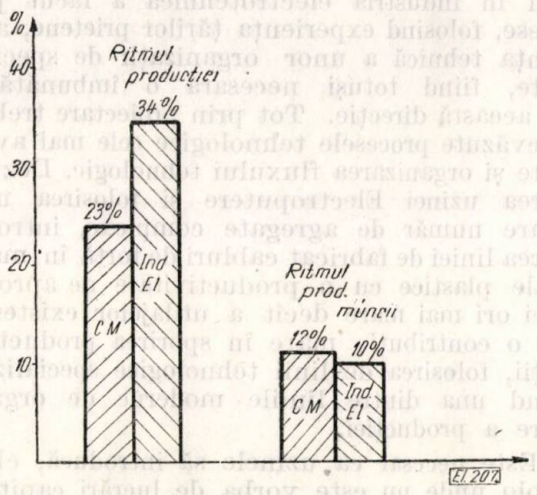


Fig. 3. Ritmul mediu de creștere anuală a producției și a productivității muncii între anii 1959—1960.

Trebuie să precizăm că ritmul de creștere a productivității în raport cu creșterea producției și condițiile de producție create și în raport cu ritmul mediu de creștere în construcțiile de mașini, de 12%, între anii 1959 și 1962, este însă insuficient, indiferent de metoda de calcul folosită. În continuare, vom arăta cîteva elemente care au influențat negativ sau pozitiv sporirea productivității muncii.

O influență negativă a avut-o extinderea considerabilă a nomenclatorului de produse cu sortimente în cantități mari și manoperă mare pe 1 000 lei producție, cum au fost echipamentele electrice auto și tractor, piesele radio și bunurile de consum. Spre exemplu, la întreprinderile Electroprecizia și Electromotor, acestea au determinat, timp de trei ani, o scădere aparentă a productivității muncii. Dacă pentru 1 000 lei producție motoare tip Electroprecizia sînt necesare 6 ore-normă, la echipament auto, după o reducere continuă în trei ani a manoperei, sînt necesare 17 h/1 000 lei. Elementele de automatizare au o productivitate de 56,3 mii lei/salariat în anul 1962, în timp ce motoarele electrice la UMEB au 107,8 mii lei/salariat. Piesele radio au o productivitate de 58,4 mii lei/salariat.

Fabricarea televizoarelor și a locomotivelor Diesel electrice în schimb, producție de mare pondere și valoare, are o influență pozitivă asupra productivității muncii, în sistemul de calcul practicat, manopera la 1 000 lei producție la LDE fiind 5,5 h, iar la montaj televizoare fiind 2,84 h în 1962.

O influență negativă a avut-o producția realizată în special în domeniul electronicii, trecîndu-se de la asamblarea aparatelor de radio la fabricarea lor aproape integrală la Electronica.

Înnoirea și modernizarea continuă a nomenclatorului (în 1962 existînd în fabricație numai 20% sortimente nemodificate din cele fabricate în 1959), precum și ridicarea calității și a performanțelor produselor, au necesitat o sporire masivă a capacității serviciilor tehnice și a sculăriilor. În anul 1962, numărul lucrătorilor din serviciile tehnice a crescut cu 58% față de 1959, iar în sculării numărul a crescut într-o proporție și mai mare. Acestea au dus la o aparentă încetinire a ritmului de sporire a productivității, în special la Electroaparataj și Electromagnetica.

Extinderea cooperării a avut influențe favorabile, în special în anul 1962, cînd a crescut masiv producția de LDE datorită unei largi colaborări. În unele perioade, asimilarea și fabricarea în țară a unor subansambluri au marcat o reducere a productivității, cum a fost la motoare și generatoare LDE, la subansambluri televizoare, în raport cu perioadele anterioare cînd acestea se importau.

Sporirea masivă a numărului de muncitori, realizată cu cadre tinere, calificate în majoritate în uzine la locul de muncă sau în școli profesionale, a avut la început influențe negative asupra productivității. În anul 1962, numărul de muncitori a crescut cu 95% față de 1959; numai la Electroputere și Electronica, în anul 1962, s-au format și și-au ridicat calificarea 2 670 muncitori.

Necesitatea fabricării unor produse complexe în serii mici, cu o mare pregătire tehnică, neanalizate suficient sub aspectul eficienței economice, cum au fost grupurile de 8 000 Hz, diferitele unicate de transformatoare, întreruptoarele B 200, aparatele electromedicale, a avut o influență negativă.

Într-o serie de cazuri, rezervele interne nu au fost utilizate. Astfel, timpul de lucru a fost utilizat în 1961 la Electronica în proporție de 92,2%; au fost 9 321 om-zile absențe nemotivate. În cadrul Direcției generale a

industriei electrotehnice, timpul de lucru a fost utilizat numai 95% în 1961 și 94% în 1962. La o serie de uzine nu s-a introdus în suficientă măsură normarea tehnică și nu s-au aplicat în continuu măsurile pentru studierea și îmbunătățirea nivelului de îndeplinire a normelor. Astfel, în 1962, la uzinele Electromotor numai 70% din manoperă se lucrează după norme tehnice, iar la Electro-Mureș 65%. La întreprinderile Electroputere și UMEB, îndeplinirea normelor a atins 138% medie pe uzină, respectiv 134% medie pe uzină.

Într-o serie de uzine există ateliere cu o îndeplinire a normelor de 140—150%, cum este cazul la Electroputere, IFMA.

La unele întreprinderi, deși s-au introdus norme cu motivare tehnică în proporție mare, de exemplu Electroputere 72% și UMEB 97%, acestea se îndeplinesc în proporție de 136%, respectiv 133%, ceea ce arată cît de injust au fost calculate. Într-o serie de întreprinderi ca Electroputere, Electromotor, Electromagnetica, Electroaparataj ritmicitatea este necorespunzătoare, numai 10—15% din producția marfă realizîndu-se în prima decadă.

Un factor negativ cu o mare influență a fost nepunerea în practică a tuturor măsurilor din planurile de măsuri tehnico-organizatorice. Astfel, uzinele Electromotor în anul 1962 nu au realizat decît aproximativ 30% din planul de măsuri tehnico-organizatorice și au realizat sarcina de productivitate datorită înlocuirii valorice a micromotoarelor cu o manoperă de 26 h/1 000 lei cu motoare cu manoperă de 13,7 h/1 000 lei, deși planul a fost întocmit pe sortimentul de micromotoare.

La Electroputere nu s-au aplicat o serie de măsuri tehnico-organizatorice la fabricația de transformatoare.

O serie de colective aplică cu întîrziere metodele avansate tehnologice. În anul 1962, planul tehnic de procedee tehnologice noi a fost realizat 87%, poziții importante, în special la uzinele FCME, Electroceramica, rămînînd nepuse în practică.

Unii conducători nu se ocupă suficient de înlocuirea parcului de utilaje; astfel la Electroceramica se lucrează cu prese manuale. Într-o serie de uzine s-au angajat salariați fără o analiză serioasă a necesității și utilizării în raport cu desfășurarea planului de producție. Astfel, la Electronica, în lunile iulie-august 1962 s-au angajat aproximativ 100 muncitori, fără a fi necesari, mai ales că în semestrul II nu era necesară o sporire a forțelor de muncă.

Datorită analizei insuficiente, din partea organelor de planificare, a condițiilor reale din întreprinderile electrotehnice și a lipsurilor care au existat în realizarea planului, productivitatea muncii în industria electrotehnică s-a realizat în proporție de numai 96,4% în 1961 și numai 97,2% în 1962.

5. Metodele și măsurile aplicate pentru sporirea productivității muncii în industria electrotehnică

5.1. *Ridicarea continuă a nivelului tehnic*

Metodele și măsurile aplicate în legătură cu introducerea tehnicii moderne au efectele cele mai mari în legătură cu sporirea productivității. O problemă esențială este legată de profilarea și proiectarea noilor întreprinderi sau de dezvoltarea celor existente, care trebuie să se facă folosind la maximum ultimele cuceriri ale științei și tehnicii. Fabrica de tuburi fluorescente este un exemplu pozitiv de fabrici noi la ultimul nivel al tehnicii. Nivelul proiectărilor de fabrici noi în industria electrotehnică a făcut progrese, folosind experiența țărilor prietene, asistența tehnică a unor organizații de specialitate, fiind totuși necesară o îmbunătățire în această direcție. Tot prin proiectare trebuie prevăzute procesele tehnologice cele mai avansate și organizarea fluxului tehnologic. Dezvoltarea uzinei Electroputere și folosirea unui mare număr de agregate complexe, introducerea liniei de fabricat cabluri de forță în materiale plastice cu o productivitate de aproape trei ori mai mare decît a utilajelor existente, au o contribuție mare în sporirea productivității, folosirea de linii tehnologice specializate fiind una dintre liniile moderne de organizare a producției.

Este necesar ca uzinele să introducă, chiar acolo unde nu este vorba de lucrări capitale. importante procese tehnologice noi, utilaje noi, Cu toate eforturile făcute de colectivul de la Electroprecizia cu cîțiva ani în urmă, prin introducerea de mașini specializate și fabricația în flux, totuși nivelul fabricației motoarelor electrice a rămas în urmă, deoarece s-au introdus numai procedee noi de impregnare, montaj pe bandă, mașini cu comandă-program, fără a se introduce procedee tehnologice noi corespunzătoare și în celelalte sectoare de fabricație.

Introducerea de utilaje singulare de mare productivitate are, de asemenea, o importanță mare. Spre exemplu, s-au introdus mașini de extrudere cu materiale plastice la conductoare cu o viteză de 200 m/min față de mașinile vechi cu o viteză de 30—40 m/min, mărind productivitatea la aceste produse de 4—5 ori. Folosirea de scule multiple, modernizarea și automatizarea utilajelor, construirea de utilaje în atelierele de mecanizare din fabrici au avut o contribuție mare la sporirea productivității. La uzina Electroputere s-au construit mașini de bobinat cu performanțe egale

cu cele de la firmele de specialitate, iar la FCME s-au construit mașini de emailat, de izolat și înfuniat foarte moderne, la Electromagnetica, mașini de bobinat.

Uzinele au introdus mecanizarea transporturilor, în special prin electrocare, electrocare stivuitoare. La Electronica s-a introdus o bandă de transportat piese de la magazie la montaj.

O importanță deosebită o are modernizarea produselor, studierea procesului tehnologic, folosirea de dispozitive și mașini specializate. Astfel, prin studierea fabricației micromotoarelor la Electromotor se reduce manopera de la 6,23 h/bucată la 2,82 h/bucată, ceea ce înseamnă o economie de 340 000 ore în 1963. Folosirea materialelor moderne contribuie atît la îmbunătățirea parametrilor mașinilor și instalațiilor, cît și la sporirea productivității muncii.

Introducerea automatizării și mecanizării s-a făcut și în industria electrotehnică, în special la noile fabrici.

La acumulatoare s-au introdus mașini automate de turnare și pastare; la elemente galvanice sînt în curs de montaj mașini automate. Înalta productivitate la fabricarea cablurilor în materiile plastice este datorită reglajului automat al mașinilor, folosirii comenzilor electronice, folosirii a numeroase dispozitive automate la control, care permit instalațiilor să lucreze cu viteze de 4—5 ori mai mari decît cele existente. Într-o serie de locuri s-au intensificat regimurile tehnologice de lucru, introducîndu-se așchierea rapidă, uscarea cu lămpi infraroșii.

Participarea maselor largi de ingineri, tehnicieni și muncitori la introducerea tehnicii moderne are o contribuție esențială la sporirea productivității, prin propuneri, invenții, inovații, raționalizări. În anul 1962 s-au introdus 1850 inovații care au adus economii de 16,7 milioane lei.

5.2. *Măsuri organizatorice*

Studierea continuă și organizarea științifică a procesului de producție asigură în întreprinderile socialiste o sporire continuă a productivității muncii.

Specializarea a fost aplicată atît la nivelul întreprinderii, cît și la cel al secției, atelierului reper și operație. Prin respectarea profilului, inființarea de noi unități specializate, analiza mai judicioasă a noilor produse, s-au creat condiții de sporire a productivității. Astfel, s-a organizat o secție de micromotoare la Electromotor, ateliere specializate de mecanică, bobinaj, montaj pe grupe de produse la Electroputere, s-au specializat anumite strunguri și strunguri pe repere la Electroputere, s-a creat un atelier de izolatoare de 110 kV la Electroceramica. S-a introdus montajul pe bandă la Electronica, Electro-Mureș, Electroaparataj. La uzina Electroputere s-a organizat o linie de montaj în bandă a întreruptoarelor de înaltă tensiune.

Direcția generală a luat măsuri pentru a reduce la minimum și numai după o analiză amănunțită trecerea fabricației unui produs dintr-o uzină în alta. S-au desființat unele turnătorii.

Cooperarea a fost extinsă, s-au organizat consilii de coordonare și s-a ajuns, spre exemplu, la o asigurare a fabricației LDE cu aproape 40 de uzine colaboratoare. Colaborările la repere, prelucrări și scule, de asemenea, au început să dea rezultate.

Cunoașterea mai din timp a sarcinilor de plan, nominalizarea completă a producției, analiza și asigurarea condițiilor tehnico-materiale la nivel de uzine și ministere au avut o contribuție esențială. Obligația lansării planurilor în secții la 10—15 ale lunii, analiza condițiilor în uzină pînă la 20 ale lunii și în direcția generală pînă la 25 ale lunii, munca operativă a uzinelor și a direcției generale prin brigăzi au contribuit la asigurarea producției și la realizarea tuturor indicatorilor.

Una dintre problemele cele mai dezbătute a fost aceea a loturilor economice și a măririi seriilor, respectiv a reducerii numărului de sortimente simultan în fabricație. S-a reușit în mare măsură acest lucru la transformatoare (de la 35—40 tipuri pe trimestru la 20—25), la motoare UMEB (de la 45—50 la 25—30 tipuri , pe trimestru) și, în mai mică măsură, la aparataj automat și neautomat din cauza lipsei de capacitate pentru crearea de stocuri. La Electroputere, prin mărirea seriilor de aparataj de înaltă tensiune și prin alte măsuri tehnico-organizatorice s-a reușit în 1960—1961, ca pe aceleași suprafețe cu aceleași utilaje și muncitori, să se sporească producția cu aproximativ 30%. Din cauza modului defectuos de lucru al organelor Ministerului Energiei în crearea și stocarea producției, această activitate n-a putut fi continuată, și în 1962 situația chiar s-a înrăutățit.

În uzinele electrotehnice prin măsuri complexe, în special de creare a decalajului între pregătirea tehnico-materială și execuția de piese și montaj, prin îmbunătățirea planificării operative în fazele de programare și urmărire, prin organizarea locului de muncă, s-a reușit în unele locuri o îmbunătățire a ritmicității. Uzinele cu producție de serie mare dau, decadal, 30—35% din producția lunară și unele uzine de serie mică, printr-o urmărire deosebită, au avut realizări importante. În anul 1962, UMEB a realizat 28% din producția lunară în decada I și 31% în decada a II-a. Măsurile de organizare a secțiilor în gospodărie socialistă, prin stabilirea de sarcini lunare la toți indicii, tragerea la răspundere a șefilor de secție, au avut

rezultate importante la uzina Electroputere, Electronica, F.C.M.E. Uzinele au prevăzut și aplicat numeroase măsuri în legătură cu organizarea magaziilor intermediare, cu circulația, alimentarea cu materiale și scule și, în special, în legătură cu organizarea locului de muncă.

Un rol de seamă l-a avut ridicarea nivelului tehnico-ideologic al tuturor cadrelor de salariați. Între anii 1960 și 1962 s-au calificat 2 240 muncitori, au funcționat școli de ridicare a calificării în care s-au specializat 5 100 muncitori. De asemenea, au funcționat școli de normatori, tehnologi, desenatori, pe lîngă principalele întreprinderi, precum și școli tehnice de doi ani la Electroputere.

Introducerea normării tehnice în industria electrotehnică a atins, la finele anului 1962, 76,6% din total ore-normate la producția de bază și 44,6% la atelierele auxiliare. La Electroprecizia și Electronica s-a introdus normarea tehnică în proporție de 98—99%. S-au introdus normative tehnice de așchiere pentru metale feroase și normative pentru personalul auxiliar și în regie la Electroputere, Electromagnetica, UMEB.

În majoritatea uzinelor s-au studiat pe ateliere nivelul de îndeplinire a normelor, utilizarea timpului de lucru, s-au făcut cronometrări și s-au adaptat normele de timp la condițiile create.

Întrecerile socialiste, consfătuirile de producție, organizate cu o participare din ce în ce mai largă, au avut un rol hotărîtor în sporirea productivității muncii.

Analiza măsurilor de folosire a resurselor interne, concretizarea lor în planurile de măsuri tehnico-organizatorice, fundamentate din punctul de vedere al eficienței economice, alcătuite și aplicate în fiecare an cu participarea din ce în ce mai activă și competentă a maselor de salariați sub conducerea organelor de partid, au avut rolul hotărîtor în importantele succese obținute.

6. Perspectivele sporirii productivității muncii în industria electrotehnică

Prin lucrările importante de construire și dezvoltare a întreprinderilor, de reutilare, prin folosirea capacităților existente sau prevăzute și datorită importantelor rezerve interne încă nefolosite, cum și nivelului profesional la care au ajuns salariații, există condiții pentru sporirea mai rapidă a productivității muncii în industria electrotehnică.

În anul 1963 s-a prevăzut o sporire a productivității muncii cu 19% la o creștere a producției de 30%, ceea ce înseamnă că 70% din creșterea producției se face pe seama sporirii de productivitate.

Ținînd seamă de condițiile create și de măsurile tehnico-organizatorice stabilite, acesta este ritmul de creștere normal și, în continuare, vor trebui pregătite condițiile menținerii și sporirii acestui ritm.

În primul rînd, va trebui să fie accelerată introducerea tehnicii avansate la toate sortimentele electrotehnice. Activitatea de elaborare a proiectelor folosind utilajele cele mai moderne, cum și procesele tehnologice avansate utilizînd experiența întreprinderilor din țară și din străinătate, vor trebui îmbunătățite. Noile fabrici de piese auto, de izolatoare ceramice, de cabluri telefonice, de aparataj automat de înaltă tensiune în curs de proiectare vor contribui la sporirea simțitoare a productivității. Introducerea liniilor de fabricație moderne la elemente galvanice, la becuri cu vapori de mercur, a utilajelor automate de ștanțat, de fabricat becuri, va ușura munca și va crea condiții de sporire de o productivitate însemnată. La fabricile de motoare sînt în studiu și vor trebui introduse mașini automate de tăiat tole sau linii de ștanțare prin transfer; vor trebui introduse execuția automată de axe, bobinarea automată, prelucrarea carcaselor pe mașini automate, vopsirea electrostatică. Într-o serie de fabrici vor trebui modernizate atelierele de acoperire, mecanizate utilajele de ștanțare, introduse benzi de montaj.

Problemele creării și dezvoltării atelierelor de autoutilare, sculăriilor, ale perfecționării sculelor, introducerii pe scară largă a micii mecanizări sînt cîteva dintre căile principale de sporire a productivității.

Cu toate progresele organizatorice realizate, va trebui studiată și îmbunătățită simțitor ritmicitatea, vor trebui analizate seriile de fabricație și economicitatea lor, va trebui îmbunătățită disciplina de plan. Introducerea și extinderea normării tehnice corecte, studierea continuă a nivelului de normare, îndeplinirea normelor și aplicarea măsurilor necesare vor trebui avute în vedere în mod deosebit. Utilizarea corectă a timpului de muncă, îmbunătățirea disciplinei și justa utilizare a capacității utilajelor reprezintă surse importante de sporire a productivității în industria electrotehnică. Desfășurarea întrecerilor socialiste, folosirea inițiativei creatoare a oamenilor muncii, concretizate prin inovații și raționalizări, organizarea judicioasă a locului de muncă sînt, de asemenea, metode care contribuie la sporiri masive de productivitate. Înscrierea în planul de măsuri tehnico-organizatorice a tuturor măsurilor propuse din inițiativa maselor, urmărirea și punerea lor în practică vor asigura îndeplinirea sarcinilor în anii următori, sporirea ritmului de creștere a productivității, astfel încît să se lichideze rămînerea în urmă. La Plenara C. C. al P.M.R. din noiembrie 1962, cu ocazia discuțiilor sarcinilor de plan

pe 1963, tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej, Prim Secretar al C.C. al P.M.R. și Președinte al Consiliului de Stat, a arătat că una dintre principalele sarcini pe anul 1963 este sporirea mai rapidă a productivității muncii, în toate ramurile economiei. Prin realizarea lucrărilor capitale în curs, la un înalt nivel tehnic, prin ridicarea calificării tuturor cadrelor din industria electrotehnică, prin utilizarea cît mai completă a tuturor mijloacelor de producție se vor putea aduce la îndeplinire sarcinile trasate de partid și guvern. Industria electrotehnică va atinge astfel o înaltă productivitate a muncii, va asigura toate celelalte sectoare ale economiei cu mijloace de producție la nivelul tehnicii moderne, va asigura bunurile de consum electrotehnice necesare populației, îndeplinindu-și astfel rolul în dezvoltarea și consolidarea economiei naționale și în ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc.

Intrat în redacție la 11.I.1963

Cu privire la scrierea ecuațiilor generale ale mașinii sincrone*

Vasile N. Nedelcu** – București

CZ 621.313.322.011.1

În literatura de specialitate, în ultimul timp s-a dezbătut și continuă să fie discutată problema scrierii ecuațiilor generale diferențiale ale mașinii sincrone în sistemul *d*, *q*, *o* (Park), numărul total al variantelor acestor ecuații fiind considerat 128. Această situație creează mari dificultăți didactice la predarea acestei probleme în cadrul institutelor de învățămînt superior la utilizarea acestei ecuații și compararea diferitelor lucrări din acest domeniu.

Lucrarea de față abordează problema dintr-un punct de vedere nou care duce la simplificări, la o înțelegere mai ușoară a fenomenelor fizice implicate.

În literatura de specialitate se acordă în ultimul timp o atenție deosebită problemei scrierii ecuațiilor generale diferențiale ale mașinii sincrone cu poli aparenți în sistemul *d*, *q*, *o* [1], [2], [3], [4].

Acest lucru se datorește faptului că, în lucrările consacrate studiului mașinii sincrone, se folosesc diferite forme de scriere a acestor ecuații, ceea ce provoacă confuzii și dificultăți în folosirea și compararea rezultatelor acestor lucrări. După cum se arată în lucrarea [3], numărul total al variantelor acestor ecuații în variabile ψ este 128. Este de la sine înțeles că o asemenea situație nu poate favoriza dezvoltarea în fond a teoriei mașinii sincrone ci dimpotrivă foarte multe lucrări se consacră analizei unor aspecte formale.

Din această cauză problema clasificării acestor ecuații, după cum rezultă ușor din examinarea lucrărilor [1], [2], [3], devine o problemă de cercetare în sine, din cele mai complicate; în consecință, expunerea acestor ecuații în cadrul cursurilor de specialitate prezintă de asemenea mari dificultăți.

În concluzie la discuția consacrată acestei chestiuni în revista „Electricestvo" în decursul anilor 1959 — 1962 [4] se arată că problema susmenționată trebuie examinată în continuare în cadrul CIGRÉ și că este necesar să se standardizeze unul sau două sisteme de ecuații pentru a se obține o unificare și simplificare.

Tot pe această temă revista „IVUZ-Electromecanica" a deschis o nouă discuție [5].

Lucrarea de față își propune să arate că respectîndu-se consecvent regulile de scriere a legilor generale ale electrotehnicii și luîndu-se în considerare proprietățile caracteristice ale proceselor electromagnetice, care se desfășoară în mașinile sincrone, numărul ecuațiilor diferențiale se reduce și deducerea acestora se simplifică.

În acest scop vom folosi noțiunile de „vector reprezentativ spațialo-temporal" al sistemelor scalare trifazate cu repartiție spațială simetrică. Din această cauză vom defini succint metrica acestor mărimi.

Definirea vectorilor reprezentativi ai sistemelor trifazate

Se consideră sistemul trifazat al mărimilor instantanee asociate cu circuite electrice cu repartiție arbitrară în spațiu:

$$y_n = Y_n \cos(\omega t - \varepsilon_n) \tag{1}$$

care satisface condiția:

$$\Sigma y_n = 0, \tag{2}$$

unde:

$$n = a,b,c$$

(mărimile y_n pot reprezenta tensiuni, curenți, fluxuri etc.).

La momentul $t = 0$ valorile acestor mărimi sînt arătate în figura 1.

* Pentru discuții.

** Cd. ș. t. *V. N. Nedelcu* este conferențiar la I.P.B. și șef de secție la ICET.

Sistemul considerat poate fi reprezentat simbolic :

a) prin intermediul a trei vectori (fazori), care se rotesc în sens trigonometric pozitiv față de un sistem complex de coordonate

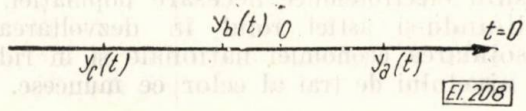


Fig. 1. Valorile mărimilor y_n la timpul $t = 0$.

a cărui axă reală coincide cu axa de timp de referință ($t = 0$) a acestor vectori (Fresnel) $\overleftarrow{y_n}$ ale căror expresii sînt (fig.2) :

$$\overleftarrow{y_n} = \dot{Y}_n e^{+j\omega t} \tag{3}$$

și care în momentul inițial se confundă cu vectorii complecși $\dot{Y}_n$ (fig. 3) :

$$\dot{Y}_n = Y_n e^{-j\varepsilon_n} \tag{3'}$$

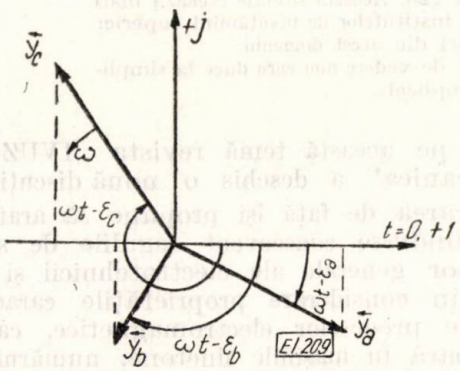


Fig. 2. Reprezentarea simbolică a sistemului scalar y_n prin intermediul fazorilor Fresnel $\overleftarrow{y_n}$.

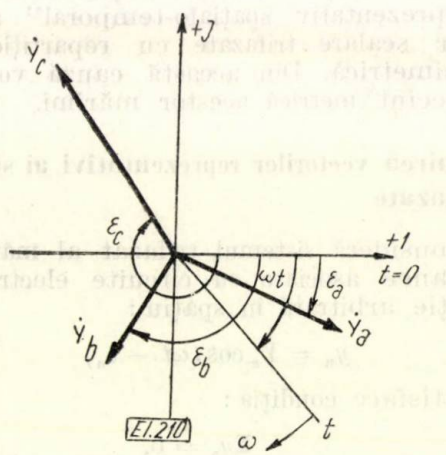


Fig. 3. Reprezentarea simbolică a sistemului scalar y_n prin intermediul fazorilor complecși $\dot{Y}_n$.

Între mărimile $\overleftarrow{y_n}$ și y_n există legătură univocă :

$$y_n = \mathrm{Re}\,(\overleftarrow{y_n}), \tag{4}$$

adică, mărimile instantanee se obțin ca proiecții ale vectorilor Fresnel, corespunzători pe axa de timp (fixă) de referință ;

b) prin intermediul unui singur vector — vectorul reprezentativ (generalizat) — ($\dot{y}$), a cărui amplitudine în cazul general este variabilă în timp și care se rotește în plan față de trei axe de timp (t_a, t_b, t_c) defazată una față de cealaltă cu unghiul $\rho = 2\pi/3$ rad. el. cu viteză unghiulară variabilă (fig.4).

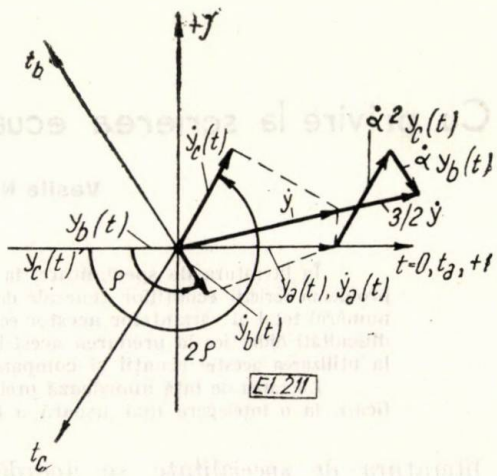


Fig. 4. Reprezentarea simbolică a sistemului scalar y_n cu ajutorul fazorului temporal reprezentativ $\dot{y}$.

Adoptînd succesiunea fazelor axelor de timp inversă față de succesiunea fazelor vectorilor Fresnel, $\overleftarrow{y_n}$, mărimile instantanee y_n se obțin ca proiecția vectorului reprezentativ pe axa corespunzătoare de timp [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12] :

$$\dot{y} = y\,|\underline{\varepsilon} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n y_n \tag{5}$$

unde :

$\dot{\alpha}_n$ este operatorul de rotație în timp cu unghiul ρ_n :

$$\dot{\alpha}_n = e^{j\rho_n} \tag{6}$$

unde :

$$\rho_a = 3\,(2\pi/3)\,; \quad \rho_b = 2\pi/3\,; \quad \rho_c = 2\,(2\pi/3).$$

Amplitudinea și faza inițială ale acestui vector față de sistemul complex de coordonate α, β, axa reală (α) coincizînd cu axa de timp t_a, pot fi determinate, avînd în vedere relația (5) :

$$y = \sqrt{\dot{y}\,\dot{y}^*} = \sqrt{2/3}\,\sqrt{\Sigma y_n^2}\,; \quad \cos\varepsilon = y_a/y, \tag{7}$$

unde $\dot{y}^*$ este vectorul complex conjugat vectorului $\dot{y}$:

$$\dot{y}^* = y\,|\underline{-\varepsilon} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n^* y_n, \tag{8}$$

unde $\dot{\alpha}_n^*$ este operatorul complex conjugat operatorului $\dot{\alpha}_n$.

În cazul repartiției arbitrare în spațiu a circuitelor cu care sînt asociate mărimile y_n, vectorul $\dot{y}$ nu are nici o semnificație fizică; acesta este o mărime de calcul. Acest vector capătă o semnificație fizică în cazul cînd circuitele electrice a, b, c sînt dispuse sinusoidal și simetric în spațiu și anume se confundă cu amplitudinea undelor spațiale învîrtitoare adică se transformă în „vector spațialo-temporal reprezentativ" ($\underline{\dot{y}}$) al sistemului considerat.

Vectorul $\underline{\dot{y}}$ însă are o importanță metodologică deosebită. Se știe că în mașinile electrice variația mărimilor în timp asociate cu circuite electrice repartizate simetric și sinusoidal în spațiu determină apariția mărimilor spațiale învîrtitoare; din această cauză procesele electromagnetice care se desfășoară în asemenea circuite trebuie caracterizate în timp și spațiu. Încă în lucrarea [13], E. I. Kazovskij a observat că în literatură [14] se folosesc simboluri diferite pentru unghiurile spațiale și temporale. Dar nici E. I. Kazovskij și nici alți autori [8], [9], [10], [17] n-au arătat ce legătură există între aceste categorii de unghiuri în ciuda faptului că atît literatura clasică, cît și literatura contemporană presupun egalitatea acestora.

Cu ajutorul vectorului (fazorului) $\underline{\dot{y}}$ se poate arăta că prin suprapunerea axelor de timp $t_{a,\ b,\ c}$ cu axele magnetice (geometrice) ale înfășurărilor a, b, c, în mașinile electrice — defazajele temporale sînt egale cu decalajele spațiale și în acest caz mărimile scalare y_n devin mărimi spațialo-temporale, adică $y_n(t)$ se transformă în $\underline{\dot{y}}_n(t)$ (fig. 5). În același timp raportarea mărimilor reprezentative la cele două sisteme de axe de coordonate permite să se înțeleagă corect relațiile (2) ($\Sigma y_n(t) = 0$) și (5) $\left(\Sigma \underline{\dot{y}}_n(t) = \frac{3}{2}\underline{\dot{y}}\right)$, adică suma proiecțiilor vectorului reprezentativ pe cele trei axe de timp este totdeauna zero în timp ce suma geometrică a proiecțiilor aceluiași vector pe axele magnetice reprezintă 3/2 din acest vector.

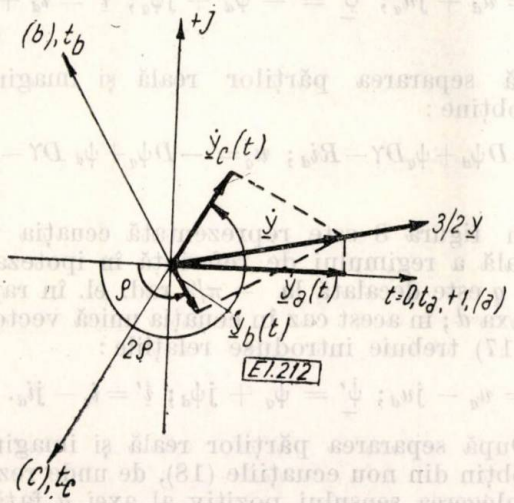


Fig. 5. Reprezentarea simbolică a sistemului scalar y_n cu repartiție spațială simetrică cu ajutorul vectorului spațialo-temporal reprezentativ $\underline{\dot{y}}$.

Introducînd vectorii reprezentativi ai sistemelor de mărimi trifazate apare posibilitatea de a stabili un criteriu de valabilitate al ecuațiilor generale diferențiale ale mașinii, impunînd condiția ca la limită ecuația vectorială a mașinii să satisfacă ecuațiile regimului de referință de funcționare.

Ecuația vectorială unică de tensiuni a statorului

a) *Generatorul sincron.* Se adoptă următoarele ipoteze:

— mașina sincronă se consideră idealizată în sensul Park;

— regimul de referință de funcționare se consideră regimul staționar supraexcitat;

— sensurile pozitive ale mărimilor se aleg în concordanță cu regula dipolului generator [15].

Conform ipotezelor adoptate ecuațiile tensiunilor circuitelor statorului, care rezultă din aplicarea legii a doua a lui Kirchoff sînt:

$$u_n = e_n - Ri_n = -D\psi_n - Ri_n \qquad (9)$$

unde: u_n este tensiunea instantanee la bornele fazei n; ψ_n — fluxul rezultat în faza n; $D = \mathrm{d}/\mathrm{d}t$; $e_n = -D\psi_n$ — tensiunea electromotoare indusă în faza n; R — rezistența unei faze; i_n — curentul instantaneu în faza n.

Dacă se înmulțește fiecare ecuație n cu operatorul complex $2/3 \cdot \dot{\alpha}_n$ și se însumează, se obține ecuația unică vectorială de funcționare a mașinii în sistemul de coordonate α, β — rigid legat de stator:

$$\underline{\dot{u}} = \underline{\dot{e}} - R\underline{\dot{i}} = -D\underline{\dot{\psi}} - R\underline{\dot{i}}, \qquad (10)$$

unde:

$\underline{\dot{u}}$, $\underline{\dot{e}}$, $\underline{\dot{\psi}}$, $\underline{\dot{i}}$, sînt vectorii spațialo-temporali reprezentativi ai sistemelor de mărimi scalare trifazate corespunzătoare, care față de sistemul complex de coordonate $\alpha(+1)$, $\beta(+j)$, respectiv față de sistemul a, b, c, pot fi exprimați:

$$\underline{\dot{u}} = ue^{j\sigma} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n u_n; \quad \underline{\dot{\psi}} = \psi e^{j\beta} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n \psi_n;$$

$$\underline{\dot{i}} = ie^{j\varepsilon} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n i_n; \quad \underline{\dot{e}} = e\,e^{j\lambda} = 2/3 \cdot \Sigma \dot{\alpha}_n e_n. \qquad (11)$$

Ecuația (10) la limită va trebui să satisfacă ecuația regimului de referință de funcționare; pentru acest regim ecuația (10) este reprezentată în figura 6.

b) *Motorul sincron.* Presupunem, că generatorul sincron examinat mai sus trece în regim de motor la aceeași excitație. Pentru scrierea ecuațiilor tensiunilor circuitelor a, b, c

adoptăm pentru mărimi sensurile pozitive care decurg din regula dipolului receptor [15]:

$$u_n = -e_n + Ri_n = D\psi_n + Ri_n \qquad (12)$$

sau după introducerea vectorilor reprezentativi

$$\underline{u} = -\underline{e} + R\underline{i} = D\underline{\psi} + R\underline{i}. \qquad (13)$$

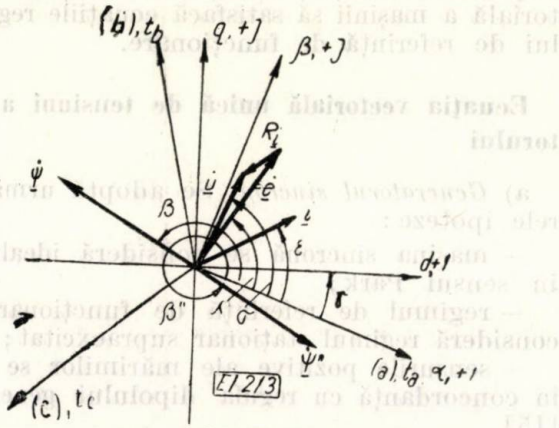


Fig. 6. Reprezentarea grafică a ecuației vectoriale unice de tensiuni a statorului pentru regimul generator de referință (regim staționar supraexcitat); axa transversală (q) decalată înaintea axei longitudinale (d).

Dacă se ia în considerare faptul că în regim de motor vectorul reprezentativ $\underline{i}$ este decalat față de axa q cu unghiul $\theta \gtrless \pm \pi/2$ rad. el., atunci ecuația (13) pentru regimul staționar de referință se reprezintă grafic ca în figura 7.

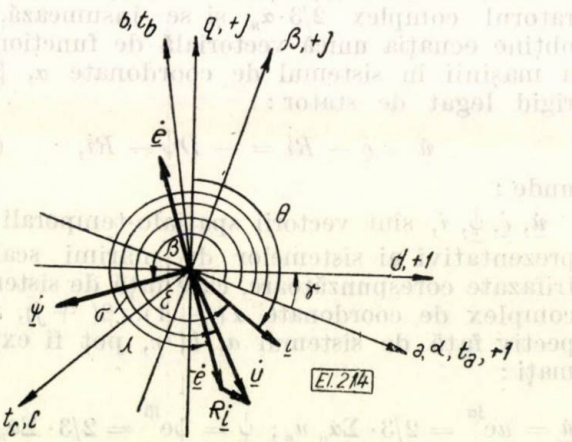


Fig. 7. Reprezentarea grafică a ecuației vectoriale unice de tensiuni a statorului pentru regimul motor de referință (regim staționar supraexcitat); axa transversală (q) decalată înaintea axei longitudinale (d).

Ecuațiile diferențiale ale mașinii în variabile ψ în sistemul de coordonate d, q

a) *Generatorul sincron.* Ecuația (10) poate fi retranscrisă în sistemul de coordonate mobil (solidar cu rotorul) d, q. În acest scop vom nota cu $\underline{u}'$, $\underline{e}'$, $\underline{\psi}'$, $\underline{i}'$ vectorii spațialo-temporali reprezentativi din ecuația (10) față de noul sistem de coordonare d, q:

$$\underline{u}' = ue^{j\sigma'}\ ;\ \underline{\psi}' = \psi e^{j\beta'}\ ;\ \underline{e}' = ee^{j\lambda'}\ ;\ \underline{i}' = ie^{j\varepsilon'}, \qquad (14)$$

deoarece amplitudinile acestor vectori rămîn neschimbate. Între fazele vectorilor față de cele două sisteme de coordonate pot fi scrise relațiile:

$$\sigma = \sigma' + \gamma\ ;\ \beta = \beta' + \gamma\ ;\ \lambda = \lambda' + \gamma\ ;\ \varepsilon = \varepsilon' + \gamma, \qquad (15)$$

unde γ este unghiul dintre axele a, d.

Dacă se introduce relația (14) în (10) se obține ecuația unică vectorială de funcționare a mașinii în care mărimile pot fi exprimate în funcție de componentele longitudinale și transversale:

$$\underline{u}' = -(D + jD\gamma)\,\underline{\psi}' - R\underline{i}'. \qquad (16)$$

În literatură au fost analizate cauzele care au determinat apariția unui număr atît de mare de variante ale ecuațiilor în sistemul d, q [2], [3]: forma de scriere a legii inducției electromagnetice, alegerea sensului pozitiv al axei transversale (q) față de sensul pozitiv al axei d; alegerea regimului de referință de funcționare; alegerea sensurilor pozitive ale mărimilor transversale și longitudinale. În continuare, cu ajutorul ecuației, (16), vom analiza influența acestor factori; pentru aceasta va trebui să se considere condiția că această ecuație (16) la limită (pentru regimul staționar) va trebui să satisfacă ecuația regimului de funcționare de referință.

Astfel dacă se alege axa q decalată la $\pi/2$ rad. el. în raport cu axa d (fig. 6) și se introduc în (16) relațiile:

$$\underline{u}' = u_d + ju_q\ ;\ \underline{\psi}' = -\psi_d + j\psi_q\ ;\ \underline{i}' = i_d + ji_q, \qquad (17)$$

după separarea părților reală și imaginară se obține:

$$u_d = D\psi_d + \psi_q D\gamma - Ri_d\ ;\ u_q = -D\psi_q + \psi_d D\gamma - Ri_q. \qquad (18)$$

În figura 8 este reprezentată ecuația vectorială a regimului de referință în ipoteza că axa q este decalată la $-\pi/2$ rad. el. în raport cu axa d; în acest caz în ecuația unică vectorială (17) trebuie introduse relațiile:

$$\underline{u}' = u_q - ju_d\ ;\ \underline{\psi}' = \psi_q + j\psi_d\ ;\ \underline{i}' = i_q - ji_d. \qquad (19)$$

După separarea părților reală și imaginară se obțin din nou ecuațiile (18), de unde rezultă că alegerea sensului pozitiv al axei q față de axa d nu influențează forma de scriere a ecuațiilor diferențiale ale mașinii (18), dacă se respectă consecvent ipotezele adoptate.

Influența modului de scriere a legii inducției electromagnetice asupra ecuațiilor (18) poate fi de asemenea ușor determinată. Pentru aceasta ecuația (9) trebuie retranscrisă :

$$u_n = D\psi'_n - Ri_n \,(\psi'_n = -\psi_n), \tag{20}$$

care conduce la ecuația unică vectorială :

$$\underline{\dot{u}}' = (D + \mathrm{j}D\Upsilon)\,\underline{\dot{\psi}}'' - R\underline{\dot{i}}'. \tag{21}$$

Deoarece indiferent de forma de scriere a legii inducției electromagnetice pentru regimul simetric staționar de funcționare a mașinii sincrone, vectorul ($\underline{\dot{\psi}}$) este defazat față de vectorul tensiunii electromotoare ($\dot{e}$) la $\pm\,\pi/2$ rad. el., pentru regimul de referință considerat, după cum rezultă din figura 6, $\underline{\dot{\psi}}'' = -\underline{\dot{\psi}}'$, astfel încît dacă se introduc în ecuația (21) relațiile :

$$\underline{\dot{u}}' = u_d + \mathrm{j}u_q\,;\ \underline{\dot{i}}' = i_d + \mathrm{j}i_q\,;\ \underline{\dot{\psi}}'' = \psi_d - \mathrm{j}\psi_q \tag{22}$$

și se separă partea reală și cea imaginară se ajunge diu nou la ecuațiile (18).

Rezultă că nici forma de scriere a legii inducției electromagnetice nu trebuie să influențeze forma ecuațiilor (18).

b) *Motorul sincron.* În raport cu sistemul de coordonate d, q ecuația (13) devine :

$$\underline{\dot{u}}' = (D + \mathrm{j}D\Upsilon)\,\underline{\dot{\psi}}' + R\underline{\dot{i}}'. \tag{23}$$

Punînd condiția ca la limită ecuația (23) să satisfacă ecuația regimului de referință (fig. 7) pentru obținerea ecuațiilor în coordonate d, q, trebuie să fie introduse în (23) următoarele relații :

$$\underline{\dot{u}}' = u_d - \mathrm{j}u_q\,;\ \underline{\dot{\psi}}' = -\psi_d - \mathrm{j}\psi_q\,;\ \underline{\dot{i}}' = i_d - \mathrm{j}i_q. \tag{24}$$

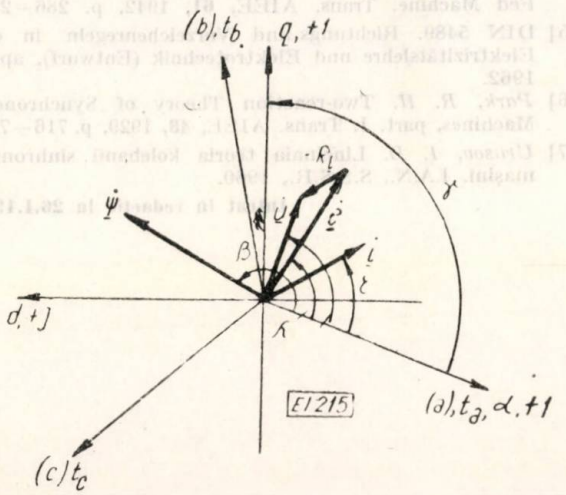


Fig. 8. Reprezentarea grafică a ecuației unice de tensiuni a statorului pentru regimul generator de referință ; axa longitudinală (d) decalată înaintea axei transversale (q).

După separarea părții reale și a părții imaginare se obține :

$$u_d = -D\psi_d + \psi_q D\Upsilon + Ri_d\,;\ u_q = D\psi_q + \psi_d D\Upsilon + Ri_q. \tag{25}$$

În concluzie trebuie relevat faptul că reprezentarea grafică a ecuației unice vectoriale a mașinii sincrone în lucrările [16] (fig. 3)

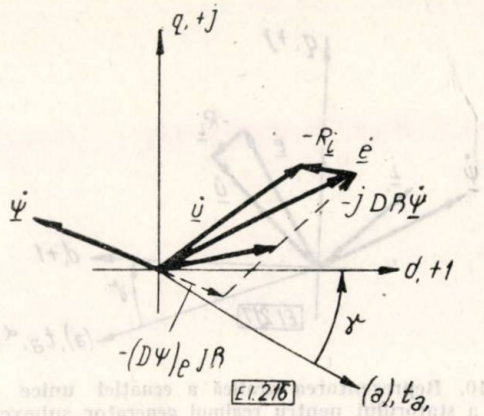


Fig. 9. — Reprezentarea grafică a ecuației unice de tensiuni a statorului pentru regimul tranzitoriu generator de referință.

și [17] (fig. 1, 3) este incorectă, deoarece componenta statică a tensiunii electromotoare ($D\underline{\dot{\psi}}'$) în spațiu se confundă cu vectorul ($\underline{\dot{\psi}}'$).

În figura 9 este dată reprezentarea corectă a acestei ecuații.

Concluzii

În lucrare se arată că, dacă se folosește ecuația unică vectorială a mașinii și se impune condiția ca această ecuație să satisfacă la limită ecuația regimului de referință :

1. Forma scrierii legii inducției electromagnetice și alegerea sensului pozitiv al axei q față de sensul pozitiv al axei d nu influențează forma ecuațiilor diferențiale în sistemul d, q în variabile ψ ale mașinii sincrone (Park).

2. Contrar părerii care este formulată în literatură [3] că numărul total al variantelor ecuațiilor Park este de 128, în lucrare se arată că sînt valabile numai acele variante care satisfac ecuațiile regimului de referință de funcționare a mașinii, adică patru variante pentru regimul generator și patru pentru regimul motor (regim supraexcitat și subexcitat de excitație).

3. În concordanță cu cele arătate, problema standardizării acestor ecuații se rezolvă automat prin alegerea unuia din sistemele menționate.

4. Introducerea vectorilor spațialo-temporali reprezentativi permite :

a) caracterizarea univocă în timp și spațiu a proceselor electromagnetice, care apar în circuitele trifazate cu repartiție spațială simetrică și sinusoidală ;

b) unificarea teoriei clasice și a teoriei moderne a mașinilor de curent alternativ.

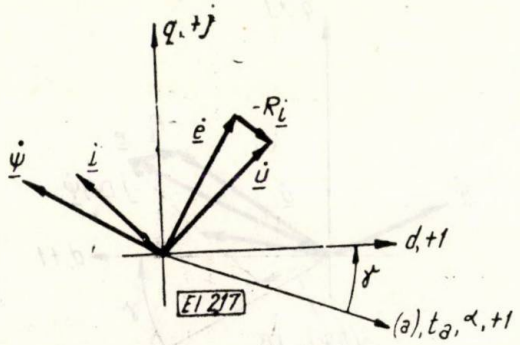


Fig. 10. Reprezentarea grafică a ecuației unice de tensiuni a statorului pentru regimul generator subexcitat staționar de referință.

Anexă

Dacă se adoptă ca regimuri de referință, regimurile simetrice staționare subexcitate, se obțin ecuațiile :

a) *generatorul sincron* (fig. 10) :

$$u_d = D\psi_d + \psi_q D\gamma + Ri_d ; \; u_q = -D\psi_q + \psi_d D\gamma - Ri_q ;$$

b) *motorul sincron* (fig. 11) :

$$u_d = -D\psi_d + \psi_q D\gamma - Ri_d ; \; u_q = D\psi_q + \psi_d D\gamma + Ri_q .$$

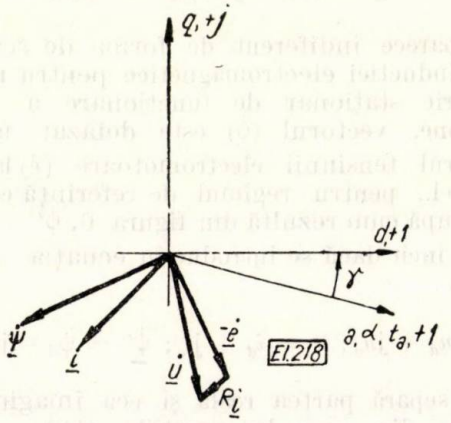


Fig. 11. Reprezentarea grafică a ecuației unice de tensiuni a statorului pentru regimul motor subexcitat staționar de referință.

Bibliografie

[1] *Aliabiev, M. I.* K voprosu o clasificații i vîbore metodov issledovania elektriceskih mașin. În : Elektricestvo, **80**, nr. 11, 1959, p. 1—7.

[2] *Veretennikov, L. P.* și *Vilesov, D. V.* K voprosu o razlicinom napisanii diffrențialnîh uravnenii Goreva-Parka. În : Elektricestvo, **80**, nr. 11, 1959 p. 7—12.

[3] *Veretennikov, L. P.* Clasificația differențialnîh uravnenii Goreva-Parka. În : Elektricestvo, **80**, nr. 11, 1959, p. 13—20.

[4] * * * Ob uravneniah i osnovnîh Sootnoșeniah v teorii sinhronîh mașin. În : Elektricestvo, **83**, nr. 7, 1962, p. 81—85.

[5] *Kolek, V.* și *Pavliuk, K.* O forme zapisi uravnenii Goreva-Parka. În : IVUZ — Elktromehanika, nr. 8, 1962, p. 928—933.

[6] *Ianko-Trinițkii, A. A.* Uravnenia perehodnîh elektromagnitnîh proțessov asinhronnoi mașinî i ih reșenia. În : Elektricestvo, **72**, nr. 3, 1951, p. 18—26.

[7] *Lyon, W.* Transient Analysis of Alternating-Current Machinery. New-York, London, 1954.

[8] *Kazovskii, E. I.* Nekotorîe voprosî perehodnîh proțessov v mașinah peremennogo toka. CEI, 1953.

[9] *Kovàcs, K. P.* Symmetrische Komponenten der Momentanwerte, oder Vektoren der elektrischen Grössen. Archiv für Elektrotechnik, **45**, nr. 2, 1960, p. 99—117.

[10] *Vajnov, A. I.* Osnovî teorii perehodnîh proțessov sinhronnoi mașinî. CEI, 1960.

[11] *Kovàcs, K. P.* Symmetrische Komponenten in Wechselstrommaschinen. Birkhäuser Verlag Basel und Stuttgart, 1962.

[12] *Kazovskii, E. I.* Perehodnîe proțessî v elektriceskih mașinîh peremennogo toka. I.A.N., S.S.S.R., 1962.

[13] *Kazovskii, E. I.* K zameciakiam... În : Elektricestvo **69**, nr. 10, 1948, p. 58—61.

[14] *Concordia, C., Crary, S. B.* și *Kron, G.* The Doubly Fed Machine. Trans. AIEE, **61**, 1942, p. 286—289.

[15] DIN 5489. Richtungs und Vorzeichenregeln in der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik (Entwurf), april, 1962.

[16] *Park, R. H.* Two-reaction Theory of Synchronous Machines, part. I. Trans. AIEE, **48**, 1929, p. 716—727.

[17] *Urusov, I. D.* Lineinaia teoria kolebanii sinhronnoi mașinî. I.A.N., S.S.S.R., 1960.

Intrat în redacție la 26.I.1963

Caracteristicile de pornire ale motoarelor sincrone cu poli aparenţi masivi

Andrei Nicolaide – Braşov şi **Ovidiu Drăgănescu** – Craiova*

Datorită dezvoltării construcţiei de maşini sincrone cu piese polare masive, este necesar să se poată calcula în faza de proiect caracteristicile de pornire ale maşinii.

În această lucrare se dă o nouă metodă de calcul a caracteristicilor de pornire ale motoarelor sincrone cu piese polare masive. Lucrarea interesează uzinele constructoare de maşini electrice.

CZ 621.313.323.044.53.004.13

Construcţia de motoare sincrone cu poli aparenţi, cu piese polare masive, este mult răspîndită, în special pentru motoarele cu turaţie mare, datorită simplităţii şi soliditătii pe care o prezintă [1], [2], [3], [5], [9]. De asemenea construcţia de rotoare cu poli aparenţi masivi se utilizează tot mai mult, datorită rigidităţii ei şi la generatoarele sincrone de mare putere [13], [14].

Predeterminarea caracteristicilor de pornire, în cazul motoarelor sincrone cu poli aparenţi masivi, nu este însă prea uşoară. Dificultatea constă în faptul că nu există în literatură relaţii simple şi sigure, pentru calculul parametrilor amortizorului constituit de piesele masive şi nici pentru calculul caracteristicilor de pornire.

Maşina sincronă cu poli aparenţi, cu piese polare masive, spre deosebire de maşina asincronă cu rotorul cilindric masiv, a făcut obiectul unui număr destul de mic de lucrări, tocmai datorită complicaţiilor teoretice, pe care le prezintă abordarea problemei. În lucrările [1] şi [2], se fac studii amănunţite în care se iau în considerare diferitele dimensiuni geometrice ale maşinii şi, de asemenea, variaţia permeabilităţii fierului rotoric în lungul şi în adîncimea piesei polare, punîndu-se în evidenţă multe aspecte interesante ale acestui tip de motor. Se obţin însă formule de calcul destul de greu de aplicat şi se neglijează anumiţi factori totuşi importanţi. Astfel în lucrarea [1] nu se ia în considerare rolul înfăşurării de excitaţie, iar în lucrarea [2] nu se examinează cazul polului cu piesa polară masivă şi cu miezul polar din tole groase de oţel, construcţie, de altfel, mult utilizată [9]. Tot în lucrarea [2] nu se aminteşte nimic despre rotorul masiv cu inele de conexiune, care are performanţe superioare celui fără inele.

În lucrările [3], [4] şi [5] se utilizează expresii de calcul semiempirice, pentru parametrii polului masiv. Expresiile de calcul semiempirice, ale parametrilor rotorului masiv cu poli aparenţi, au aceeaşi formă ca expresiile parametrilor rotorului masiv cilindric, se ţine însă seamă, prin coeficienţii deduşi experimental, care intră ca factori în expresiile parametrilor, de deosebirea dintre cele două tipuri de rotoare.

În cele ce urmează se va indica o metodă de predeterminare a caracteristicilor de pornire, care se bazează tot pe utilizarea unor relaţii de calcul semiempirice, pentru parametrii amortizorului masiv. Deosebirea dintre metoda de faţă şi metodele din lucrările [3], [4] şi [5], constă în aceea că în expresiile parametrilor se introduc pentru curenţi mărimi care, după cum se arată teoretic, sînt mai apropiate de cele reale. În afară de aceasta se fac unele precizări în legătură cu valorile constantelor din expresiile parametrilor. De asemenea se arată un mod de determinare prin calcul a cuplului datorit fluxului invers, problemă care nu a fost tratată în nici o lucrare referitoare la maşinile sincrone cu poli aparenţi masivi. Se dau o serie de rezultate ale încercărilor experimentale efectuate pe maşini cu piese polare masive şi se compară cu rezultatele obţinute prin calcul.

1. Parametrii amortizorului masiv

Parametrii amortizorului constituit de polii masivi ai rotorului depind de un număr mare de factori specifici : a) dimensiunile geometrice şi forma piesei şi miezului polului, tipul miezului polului (masiv sau din tole); b) prezenţa sau absenţa inelelor de conexiune dintre piesele polare; c) materialul din care este confecţionată piesa polară; d) variaţia permeabilităţii fierului în lungul arcului polar şi în adîncimea polului; e) efectul de histerezis; f) posibilitatea ca rotorul să fie magnetizat de curentul continuu din înfăşurarea de excitaţie.

În lucrarea de faţă nu se va insista asupra modului în care intervin factorii enumeraţi în expresiile parametrilor, întrucît acest lucru a fost examinat în mare măsură în lucrările [1], [2] şi [7]. Se vor sublinia însă cîteva aspecte caracteristice.

a. Rezistenţa longitudinală a amortizorului masiv va fi cu atît mai mică cu cît pierderile

* Cd. ş. t. ing. *A. Nicolaide* este lector la Institutul politehnic-Braşov, iar ing. *O. Drăgănescu* este inginer principal la uzinele „Electroputere"-Craiova.

corespunzătoare fluxului longitudinal (fig. 1) sînt mai mari. Deci rezistența longitudinală este mai mică în cazul cînd miezul polului este masiv, decît atunci cînd este din tole.

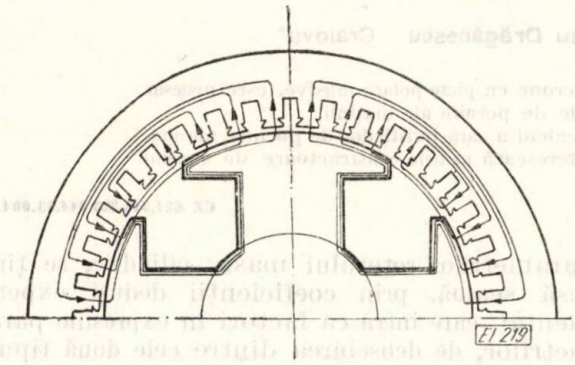


Fig. 1. Fluxul longitudinal produs de t.m.m. a statorului mașinii sincrone cu rotorul masiv, în regim asincron.

b. Prezența inelelor de conexiune conduce la o oarecare micșorare a parametrilor longitudinali.

c. Parametrii transversali sînt foarte puțin influențați de faptul dacă miezul polului este masiv sau nu, deoarece fluxul transversal se închide practic numai prin piesa polară (fig. 2).

d. Curenții din piesele polare masive, la mașinile fără inele de conexiune între poli, se închid între polii vecini pe la suprafața rotorului, deci calculul parametrilor transversali ai mașinii sincrone cu poli masivi, fără inele de conexiune, prezintă un aspect asemănător cu acela al coliviilor cu inele de conexiune segmentate. Parametrii transversali ai mașinii cu inele de conexiune vor fi deci mai mici decît aceia ai mașinii fără inele de conexiune.

e. Scăpările diferențiale ale amortizorului masiv se pot neglija. În adevăr, dacă nu se ține seamă de energia cîmpului electromagnetic din miezul polului, amortizorul realizat de piesele polare masive poate fi considerat că este constituit dintr-un număr infinit de bare uniform distribuite pe lungimea arcului polar. Raportul dintre arcul polar și pasul polar se alege între 0,65 și 0,72; urmează după [6] că reactanțele scăpărilor diferențiale ale amortizorului masiv sînt mici, deci, față de reactanțele corespunzătoare energiei magnetice din piesele polare, se pot neglija.

f. Parametrii amortizorului masiv la o alunecare constantă nu au aceeași valoare în cursul unei rotații, deoarece poziția relativă a polilor și a curbei inducției magnetice se schimbă și astfel se modifică și saturația în diferitele puncte ale polului. Vom considera însă, pentru simplificare, parametrii ca fiind constanți la o valoare dată a alunecării. Expresiile parametrilor sînt date mai jos, în unități relative indicate prin u.r. Pentru mărimile care intră în expresiile parametrilor s-a utilizat sistemul de unități din [4], care diferă de sistemul de unități MKSA prin unitatea de lungime (1 cm în loc de 1 m).

Rezistența longitudinală a amortizorului masiv este:

$$r_{Dd}(s) = \frac{k_{rd} k_f}{100\, B_{\delta N} \tau} \sqrt{\frac{A_N k_{w1}\, \rho \pi s}{\sqrt{2} f I_{Dd}}} . \qquad (1)$$

Rezistivitatea fierului se ia $\rho = 2 \cdot 10^{-5} \Omega$ cm. S-a notat cu I_{Dd} curentul echivalent longitudinal al amortizorului masiv (fig. 3). Acest curent se poate calcula plecînd de la schema echivalentă din figura 3. Scoțînd circuitul magnetizant la borne, folosind teoria generală din lucrarea [12], se obține schema echivalentă din figura 5. S-a neglijat rezistența statorului față de reactanța circuitului magnetizant. Din schema din figura 5, cu notațiile adoptate, rezultă:

$$I_{Dd} = c_{1d} I_{2d} \frac{z_{fDd}(s)}{z_{sDd}(s)} . \qquad (2)$$

În lucrarea [4] se ia în loc de I_{Dd} (fig. 3), I_{2d} (fig. 5), dar diferențele dintre I_{Dd} și I_{2d} sînt mari atunci cînd înfășurarea de excitație nu este deschisă, de aceea este necesar să se ia valoarea mai exactă, adică I_{Dd}. Curentul I_{Dd} se determină prin aproximații succesive, după cum se poate vedea în tabela 1.

Prin coeficientul k_{rd} din relația (1), adoptat după date experimentale, se ține seamă de factorii specifici enumerați la punctele *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Se poate lua:

$$k_{rd} = 1 \div 1{,}5. \qquad (3)$$

Se ia limita superioară a lui k_{rd} atunci cînd miezul polului este din tole, iar piesele polare masive nu au inele de conexiune. Se ia limita inferioară atunci cînd miezul polului este masiv, iar piesele polare masive au inele de conexiune. Se adoptă o valoare intermediară, dacă piesele

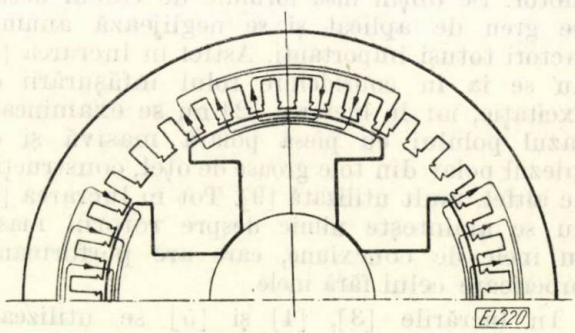


Fig. 2. Fluxul transversal produs de t.m.m. a statorului mașinii sincrone cu rotorul masiv, în regim asincron.

polare sînt prevăzute cu inele de conexiune, iar miezul polului este din tole, sau dacă piesele polare nu sînt prevăzute cu inele de conexiune, iar miezul polului este masiv.

Tabela 1

	$s = 1{,}0$	$s = 0{,}6$	$s = 0{,}4$	$s = 0{,}2$	$s = 0{,}1$	$s = 0{,}05$
$\frac{x_{sDd}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dd} = 1$)	0,116	0,150	0,183	0,259	0,367	0,517
$\frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dd} = 1$)	0,154	0,200	0,244	0,346	0,489	0,690
$\frac{r_f}{s}$	0,0143	0,0238	0,0357	0,0715	0,1430	0,2860
x_{sf}	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126	0,126
$\frac{1}{\dot{z}_{sf}} = \frac{1}{\frac{r_f}{s} + jx_{sf}}$	0,894 −j7,870	1,450 -j7,660	2,090 −j7,380	3,410 −j6,010	3,930 −j3,460	2,930 −j1,290
I_{Dd} (din aproximaţii succesive)	1,200	0,850	0,650	0,390	0,250	0,200
$\frac{x_{sDd}}{\sqrt{s}}$	0,1060	0,163	0,227	0,415	0,735	1,155
$\frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}}$	0,1410	0,217	0,303	0,553	0,980	1,540
$\frac{1}{\dot{z}_{sDd}} = \frac{1}{\frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}} + j\frac{x_{sDd}}{\sqrt{s}}}$	4,550 −j3,430	2,950 −j2,220	2,110 −j1,582	1,160 −j0,870	0,652 −j0,490	0,416 −j0,312
$\frac{1}{\dot{z}_{fDd}} = \frac{1}{\dot{z}_{sf}} + \frac{1}{\dot{z}_{sDd}}$	5,444 −j11,300	4,400 −j9,880	4,200 −j8,962	4,570 −j6,880	4,582 −j3,950	3,346 −j1,602
$\dot{z}_{fDd}$	0,0346 +j0,0717	0,0377 +j0,0845	0,0429 +j0,0918	0,0670 +j0,1010	0,1250 +j0,1080	0,244 +j0,1165
$\dot{z}_{2d}(s) = c_{1d}\,\dot{z}_1 + c_{1d}^2\,\dot{z}_{fdD}$	0,0592 +j0,200	0,0629 +j0,215	0,0694 +j0,225	0,1002 +j0,236	0,1734 +j0,246	0,3224 +j0,256
$\dot{I}_{2d}(s) = \frac{U}{\dot{z}_{2d}(s)}$	1,360 −j4,600	1,258 −j4,290	1,250 −j4,070	1,520 −j3,590	1,920 −j2,720	1,906 −j1,514
$\dot{I}_{2d}(s)$ (pentru $U = 1/2$)	0,680 −j2,300	0,629 −j2,145	0,625 −j2,035	0,760 −j1,795	0,960 −j1,360	0,953 −j0,757
$I_{Ld} = c_{1d}\,I_{2d}\frac{z_{fDd}}{z_{sDd}}$ (pentru U = 1/2)	1,220	0,850	0,642	0,385	0,250	0,192
$\frac{x_{sDq}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dq} = 1$)	0,232	0,300	0,366	0,518	0,736	1,034
$\frac{r_{Dq}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dq} = 1$)	0,308	0,400	0,490	0,692	0,982	1,380
I_{Lq} (din aproximaţii succesive)	0,94	0,63	0,45	0,25	0,125	0,061
$\frac{x_{sDq}}{\sqrt{s}}$	0,239	0,378	0,545	1,035	2,080	4,190
$\frac{r_{Lq}}{\sqrt{s}}$	0,319	0,504	0,726	1,380	2,760	5,590
$\dot{z}_{2q}(s) = c_{1q}\,\dot{z}_1 + c_{1q}^2\,\dot{z}_{sLq}$	0,4347 +j0,425	0,6787 +j0,607	0,9657 +j0,826	1,8260 +j1,471	3,6460 +j2,841	7,3360 +j5,611
$\dot{I}_{2q}(s) = \frac{U}{\dot{z}_{2q}(s)}$ $(U = 1)$	1,178 −j1,150	0,820 −j0,734	0,600 −j0,512	0,332 −j0,268	0,171 −j0,133	0,086 −j0,0658
$\dot{I}_{2q}(s)$ (pentru $U = 1/2$)	0,589 −j0,575	0,410 −j0,367	0,300 −j0,256	0,166 −j0,134−	0,086 −j0,0665	0,043 −j0,0329
$I_{Dq} = c_{1q}\,I_{2q}$ (pentru $U = 1/2$)	0,942	0,630	0,452	0,245	0,125	0,062
M	0,267	0,198	0,194	0,201	0,239	0,237
I_1	2,29	2,12	2,01	1,84	1,61	1,25

Coeficientul k_f este dat de relația [4], [7]:

$$k_f = 1 + \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\tau}{l_p}. \quad (4)$$

Reactanța de scăpări longitudinală a amortizorului masiv, raportată la stator, este dată de relația [1]:

$$x_{sD\hat{d}}(s) = \frac{k_{xd}}{k_{rd}} r_{D\hat{d}}(s), \quad (5)$$

unde

$$\frac{k_{xd}}{k_{rd}} = 0{,}75. \quad (6)$$

Rezistența transversală a amortizorului masiv, raportată la stator, este dată de relația:

$$r_{Dq}(s) = \frac{k_{rq} k_f}{100 B_{\delta N} \tau} \sqrt{\frac{A_N k_{w1} \rho \pi s}{\sqrt{2} f I_{Dq}}}. \quad (7)$$

Curentul I_{Dq} este curentul echivalent transversal al amortizorului masiv (fig. 4) și este dat de relația:

$$I_{Dq} = c_{1q} I_{2q}. \quad (8)$$

Curentul I_{Dq} se determină prin aproximații succesive, după cum se poate vedea în tabela 1.

Dacă rotorul nu este prevăzut cu inele de conexiune:

$$\frac{k_{rq}}{k_{rd}} \approx 2, \quad (9)$$

iar dacă rotorul este prevăzut cu inele de conexiune:

$$\frac{k_{rq}}{k_{rd}} \approx 1. \quad (10)$$

Reactanța de scăpări transversală a amortizorului masiv, raportată la stator, este dată de relația:

$$x_{sDq}(s) = \frac{k_{xq}}{k_{xd}} x_{sD\hat{d}}(s). \quad (11)$$

În cazul rotorului fără inele de conexiune:

$$\frac{k_{xq}}{k_{xd}} \approx 2, \quad (12)$$

iar în cazul rotorului cu inele de conexiune:

$$\frac{k_{xq}}{k_{xd}} \approx 1. \quad (13)$$

Menționăm că rapoartele (6), (9), (10), (12), (13) depind în general de alunecare [3]. Pentru simplificare s-a admis că valoarea acestor rapoarte este constantă.

2. Caracteristicile de pornire

Se determină prin calcul curbele $M = f(s)$ și $I_1 = F(s)$. Calculul impedanțelor și curenților care intervin în expresiile cuplului și curentului care corespund fluxului direct este indicat în tabelele 1 și 2. După cum s-a spus la calculul parametrilor, curenții $I_{D\hat{d}}$ și I_{Dq} din aceste expresii se determină prin aproximații succesive. O primă aproximație se obține pentru

$$I_{D\hat{d}} = I_{Dq} = 1.$$

În tabela 1 sînt date calculele pentru cazul cînd înfășurarea de excitație este închisă pe o rezistență, iar în tabela 2 sînt date calculele pentru cazul cînd înfășurarea de excitație este deschisă.

Schemele echivalente ale circuitelor din axele longitudinală și transversală, care intervin în calculul caracteristicilor de pornire, sînt date

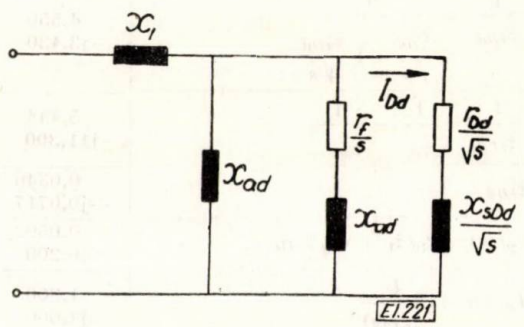


Fig. 3. Schema echivalentă a circuitului longitudinal.

în figurile 3 și 4. S-a notat cu $r_{D\hat{d}}$, r_{Dq}, $x_{sD\hat{d}}$, x_{sDq}, valorile parametrilor $r_{D\hat{d}}(s)$, $r_{Dq}(s)$, $x_{sD\hat{d}}(s)$, $x_{sDq}(s)$, pentru $s = 1$.

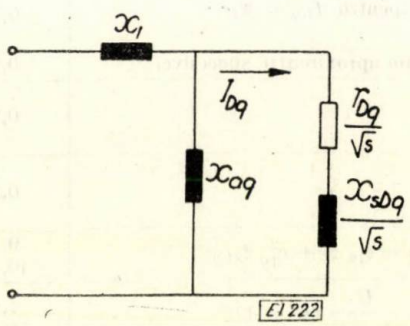


Fig. 4. Schema echivalentă a circuitului transversal.

Schemele echivalente ale circuitelor din axele longitudinală și transversală, cu reactanțele circuitelor magnetizante scoase la borne, sînt reprezentate în figurile 5 și 6.

Cuplul mediu de pornire, datorit cîmpului direct, este dat de relația [4] (în unități relative):

$$M = 0{,}5\,U\,(I_{2da} + I_{2qa}) - 0{,}5\,[(I_{2da}^2 + I_{2dr}^2)\,r_1 c_{1d} + (I_{2qa}^2 + I_{2qr}^2)\,r_1 c_{1q}]. \quad (14)$$

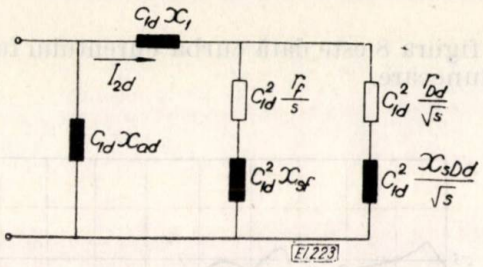


Fig. 5. Schema echivalentă a circuitului longitudinal cu reactanța circuitului magnetizant scoasă la borne.

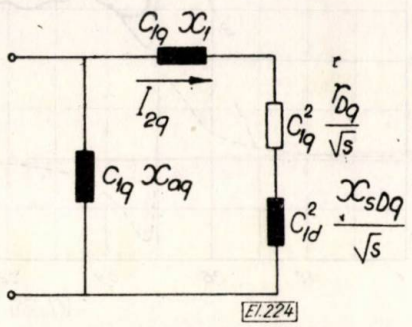


Fig. 6. Schema echivalentă a circuitului transversal cu reactanța circuitului magnetizant scoasă la borne.

Curentul mediu al statorului în timpul pornirii, corespunzător cu schemele din figurile 5 și 6, este (în unități relative):

$$I_1 = \sqrt{0{,}5\left[\left(I_{2dr} + \frac{U}{x_d}\right)^2 + \left(I_{2qr} + \frac{U}{x_q}\right)^2 + (I_{2da}^2 + I_{2qa}^2)\right]}. \quad (15)$$

Calculul încălzirii rotorului masiv în timpul pornirii se face după lucrarea [8].

3. Calculul cuplului datorit cîmpului invers

Cuplul mediu la diferite valori ale alunecării s-ar putea calcula cu ajutorul relațiilor din [10], prin care se ia în considerare și cuplul datorit cîmpului invers. Procedînd astfel este însă necesar un volum relativ mare de calcule. Deoarece parametrii amortizorului nu pot fi stabiliți cu o exactitate prea mare, acest calcul nu apare necesar. Este suficient să se calculeze cuplul ΔM, datorit cîmpului invers, numit cuplu monoaxial, utilizînd relația simplificată [11].

$$M = U^2 \frac{r_1}{2s-1}\left|\frac{1}{\dfrac{2sr_1}{2s-1} + \dfrac{\dot{z}_d + \dot{z}_q}{2}}\,\frac{\dot{z}_d - \dot{z}_q}{\dot{z}_d + \dot{z}_q}\right|^2. \quad (16)$$

După [11] se admite că $x_d'' + x_q'' \approx |\dot{z}_d + \dot{z}_q|$ și se calculează alunecarea la care ΔM este maxim. Se obține cu această simplificare valoarea maximă a lui ΔM, care corespunde unei anumite valori s a alunecării și este dată de relația:

$$M_{max} = \frac{U^2}{x_d'' + x_q''}\left|\frac{\dot{z}_d - \dot{z}_q}{\dot{z}_d + \dot{z}_q}\right|^2_{s=s_a}. \quad (17)$$

În relațiile (16) și (17) s-a notat:

$$\dot{z}_d = \mathrm{j}x_1 + \frac{1}{\dfrac{1}{\mathrm{j}x_{ad}} + \dfrac{1}{\dot{z}_{sf}} + \dfrac{1}{\dot{z}_{sDd}}}; \quad (18)$$

$$\dot{z}_q = \mathrm{j}x_1 + \frac{1}{\dfrac{1}{\mathrm{j}x_{aq}} + \dfrac{1}{\dot{z}_{sDq}}}; \quad (19)$$

$$x_d'' = x_1 + \frac{1}{\dfrac{1}{x_{ad}} + \dfrac{1}{x_{sf}} + \dfrac{1}{x_{sDd}}}; \quad (20)$$

$$x_q'' = x_1 + \frac{1}{\dfrac{1}{x_{aq}} + \dfrac{1}{x_{sDq}}}; \quad (21)$$

$$s_a = 0{,}5 \pm \frac{r_1}{x_d'' + x_q''}. \quad (22)$$

Cele două semne din fața fracției din membrul al doilea al relației (22) corespund celor două valori maxime ale modulului lui ΔM, una de o parte, cealaltă de altă parte a alunecării $s = 0{,}5$ (fig. 7, curba 3).

În expresia (17) se înlocuiesc $\dot{z}_d$ și $\dot{z}_q$, pentru $s = s_a$, sau, ceea ce dă o diferență mică, pentru o valoare a lui s apropiată de s_a; pentru care avem $\dot{z}_d$ și $\dot{z}_q$ gata calculate de la determinarea cuplului datorit cîmpului direct.

4. Exemple de calcul și încercări experimentale

1. Calculul caracteristicilor de pornire ale unui motor sincron tip MSA-G, de putere nominală $P_N = 500$ kW, tensiune nominală între faze $U = 6\,000$ V, curentul nominal pe fază $I_N = 51{,}5$ A, conexiune stea, $\cos\varphi = 1$, $n = 750$ rot/min, $f = 50$ Hz.

Datele motorului sînt următoarele, după fişa de calcul:

m	w_1	k_{w1}	D_{int} cm	τ cm	l_p cm	l_i cm	r_1 u.r.	x_1 u.r.	x_{ad} u.r.	x_{aq} u.r.	x_{sf} u.r.	$(1+k)r_f$ u.r.
3	240	0,902	72	28,3	63	56	0,0137	0,0967	0,793	0,658	0,126	0,0143

S-a notat cu $(1+k)\,r_f$ rezistenţa totală a circuitului de excitaţie (inclusiv rezistenţa la care este conectată înfăşurarea de excitaţie în timpul pornirii).

Piesele polare sînt masive, iar miezul polului este din tole groase de oţel. Rotorul nu este prevăzut cu inele de conexiune.

Avem:

$$B_{\delta N} = \frac{\Phi_1}{\frac{2}{\pi}\tau l_i} = \frac{0{,}0725}{\frac{2}{\pi}\cdot 28{,}3\cdot 56} = 0{,}72\cdot 10^{-4}\ \text{Wb/cm}^2;$$

$$\Phi_1 = \frac{E}{\pi\sqrt{2}\,k_w w_1 f} = \frac{3470}{\pi\sqrt{2}\cdot 0{,}902\cdot 240\cdot 50} =$$

$$= 0{,}0725\ \text{Wb};$$

$$E = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{6\,000}{\sqrt{3}} = 3470\ \text{V};$$

$$A_N = \frac{2mw_1 I_N}{\pi D} = \frac{3\cdot 2\cdot 240\cdot 51{,}5}{\pi\,72} = 328\ \text{A/cm};$$

$$k_f = 1 + \frac{2\tau}{\pi l_p} = 1 + \frac{2}{\pi}\cdot\frac{28{,}3}{63} = 1{,}286;$$

$$r_{Dd}(s) = \frac{k_{rd}\,k_f}{100\,B_{\delta N}\tau}\sqrt{\frac{A_N k_{w1}\rho\pi s}{\sqrt{2}f I_{Dd}}} =$$

$$= \frac{1{,}5\cdot 1{,}286}{100\cdot 0{,}72\cdot 10^{-4}\cdot 28{,}3}\sqrt{\frac{328\cdot 0{,}902\cdot 2\cdot 10^{-5}\pi}{\sqrt{2}\cdot 50}}\sqrt{\frac{s}{I_{Dd}}}.$$

Pentru $s = 1$, $I_{Dd} = 1$, se obţine:

$$r_{Dd} = 0{,}154\ \text{u.r.};$$

$$x_{sDd} = \frac{k_{xd}}{k_{rd}}\,r_{Dd} = 0{,}75\,r_{Dd} = 0{,}116\ \text{u.r.}$$

Pentru parametrii transversali la $s = 1$, $I_{Dq} = 1$ se obţine:

$$r_{Dq} = 2\,r_{Dd} = 0{,}308\ \text{u.r.};$$

$$x_{sDq} = 2\,x_{sDd} = 0{,}232\ \text{u.r.}$$

Mersul calculului şi rezultatele sînt indicate în tabela 1, pentru cazul înfăşurării de excitaţie conectată pe o rezistenţă de 10 ohmi. Cuplul datorit cîmpului invers a fost calculat cu relaţia (16). Însumînd cuplul corespunzător cîmpului direct (fig. 7, curba 2) cu cuplul corespunzător cîmpului invers (fig. 7, curba 3), s-a obţinut cuplul rezultant (fig. 7, curba 4).

În figura 8 este dată curba curentului funcţie de alunecare.

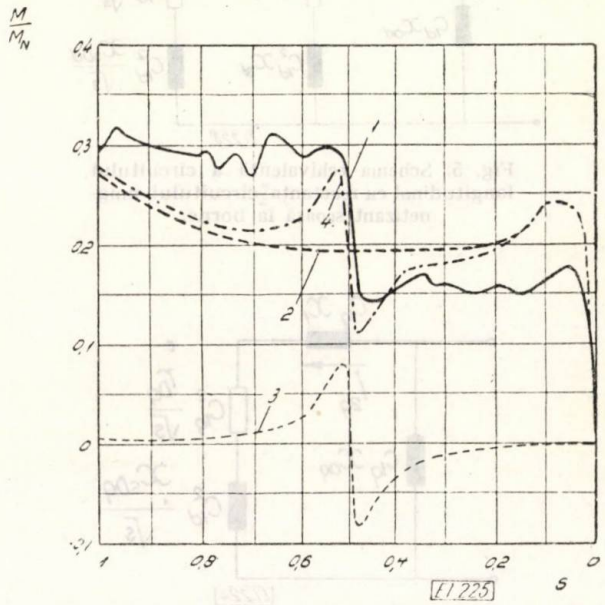


Fig. 7. Curba cuplului de pornire a motorului sincron MSA-G—500 kW, fără inele de conexiune, la pornirea în asincron, cu înfăşurarea de excitaţie închisă pe o rezistenţă, la tensiunea de linie de 3 000 V:

1 — curba cuplului, determinată experimental: *2* — curba componentei directe a cuplului, determinată prin calcul; *3* — curba componentei monoaxiale a cuplului, determinată prin calcul; *4* — curba rezultantă a cuplului, determinată prin calcul.

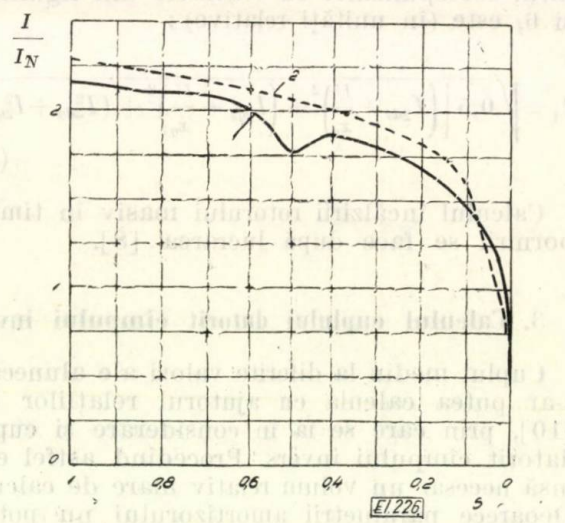


Fig. 8. Curba curentului de pornire a motorului MSA—G—500 kW, fără inele de conexiune, cu înfăşurarea de excitaţie închisă pe o rezistenţă, la tensiunea de linie de 3 000 V:

1 — experimental; *2* — prin calcul.

*Tabela 2**

	$s = 1{,}0$	$s = 0{,}6$	$s = 0{,}4$	$s = 0{,}2$	$s = 0{,}1$	$s = 0{,}05$
$\frac{x_{sDd}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dd} = 1$)	0,116	0,150	0,183	0,259	0,368	0,517
$\frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}}$ (pentru $I_{Dd} = 1$)	0,154	0,200	0,244	0,346	0,491	0,690
I_{Dd} (din aproximații succesive)	2,20	1,70	1,40	0,83	0,47	0,24
$\frac{x_{sDd}}{\sqrt{s}}$	0,078	0,115	0,155	0,284	0,537	1,055
$\frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}}$	0,104	0,153	0,206	0,380	0,715	1,406
$\dot{z}_{2d}(s) = c_{1d}\,\dot{z}_1 + c_{1d}^2\,\dot{z}_{sDd}$	0,1464 +j 0,207	0,2074 +j 0,254	0,2754 +j 0,303	0,4954 +j 0,467	0,9154 +j 0,784	1,7954 +j 1,439
$\dot{I}_{2d}(s) = \frac{U}{\dot{z}_{2d}(s)}$	2,28 −j 3,23	1,925 −j 2,361	1,648 −j 1,816	1,070 −j 1,010	0,630 −j 0,538	0,340 −j 0,272
$\dot{I}_{2d}(s)$ (pentru $U = 1/2$)	1,140 −j 1,615	0,963 −j 1,181	0,824 −j 0,908	0,535 −j 0,505	0,315 −j 0,269	0,170 −j 0,136
$I_{Dd} = c_{1d}\,I_{2d}$ (pentru $U = 1/2$)	2,220	1,715	1,380	0,828	0,467	0,245
M	0,396	0,322	0,268	0,171	0,099	0,053
I_1	1,99	1,60	1,38	1,02	0,815	0,706

* Parametrii și curenții transversali sînt aceiași ca în tabela 1.

În tabela 2 sînt date calculele pentru cazul înfășurării de excitație deschise. În figurile 9 și 10, sînt reprezentate curbele cuplului și curentului pentru cazul înfășurării de excitație deschise.

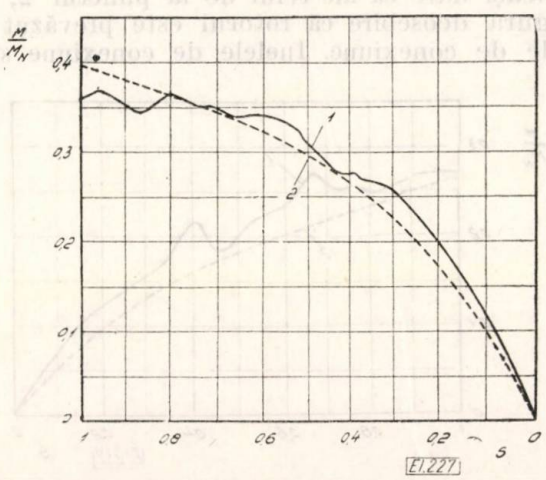


Fig. 9. Curba cuplului de pornire a motorului MSA—G—500 kW, fără inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație deschisă, la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — curba cuplului, determinată experimental; 2 — curba componentei directe a cuplului, determinată prin calcul.

Cuplurile și curenții acestei mașini, la pornire, au fost măsurați și experimental. Determinarea experimentală a cuplurilor s-a făcut cu ajutorul unei instalații cu dinam-frînă. S-au făcut determinări, începînd de la turație nulă,

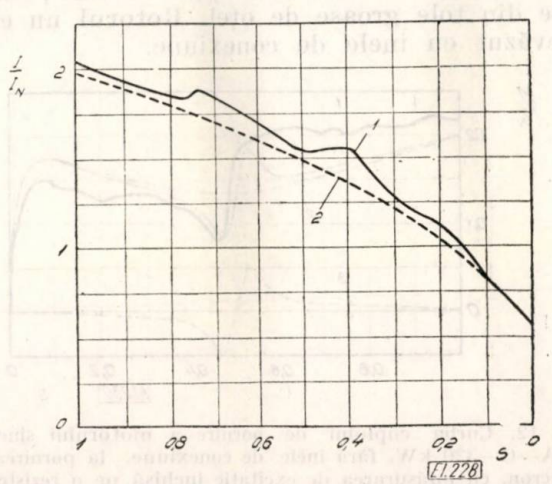


Fig. 10. Curba curentului de pornire a motorului MSA—G—500 kW, fără inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație deschisă, la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — experimental; 2 — prin calcul.

din 40 în 40 de rotații. Instalația de măsurare a cuplurilor se poate vedea în fotografia din figura 11, unde apare și mașina montată pe bancul de probă în cursul încercărilor.

Se constată o concordanță satisfăcătoare între rezultatele obținute prin calcul și cele găsite experimental (curbele găsite experimental sînt indicate prin cifra *1* în fig. 7, 8, 9, 10).

2. Calculul caracteristicilor de pornire ale unui motor sincron tip MSA-G, de putere nominală $P_N = 320$ kW, tensiune nominală între faze $U = 6\,000$ V, curentul nominal pe fază $I_N = 33{,}5$ A, conexiune stea, cos $\varphi = 1$, $n = 750$ rot/min, $f = 50$ Hz.

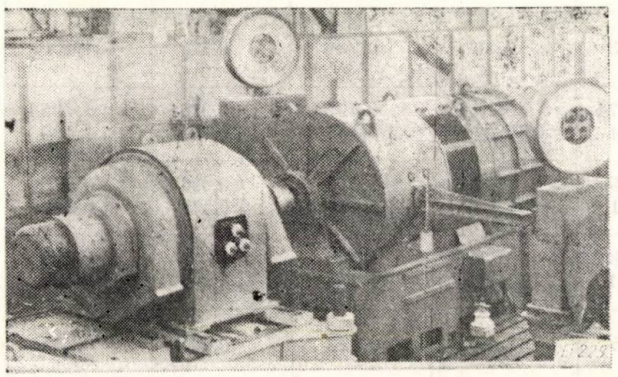


Fig. 11. Platforma de încercări pentru ridicarea caracteristicilor de pornire.

Datele motorului sînt următoarele, după fișa de calcul.

Cuplurile și curenții funcție de alunecare, ai acestei mașini, au fost determinați atît prin calcul, cît și experimental, pentru tensiunea de linie de 3 000 V.

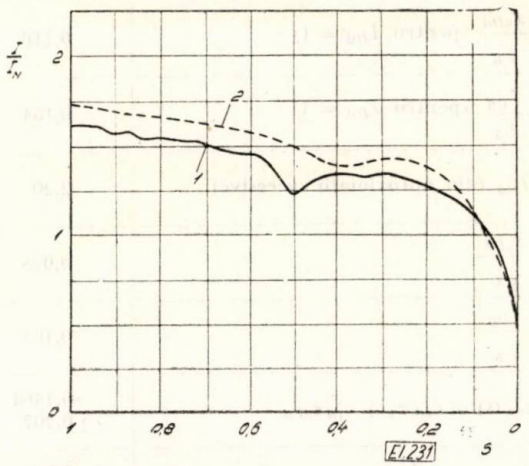


Fig. 13. Curba curentului de pornire a motorului MSA—G — 320 kW, fără inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență, la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — experimental; *2* — prin calcul.

În figurile 12 și 13 sînt reprezentate curbele cuplului și curentului pentru cazul înfășurării de excitație conectate pe o rezistență de 10 ohmi. În figurile 14 și 15 sînt reprezentate curbele cuplului și curentului pentru cazul înfășurării de excitație deschise.

3. Calculul caracteristicilor de pornire ale motorului sincron tip MSA-G-320 kW, cu

m	w_1	k_{w1}	D_{int} cm	τ cm	l_p cm	l_i cm	r_1 u.r.	x_1 u.r.	x_{ad} u.r.	x_{aq} u.r.	x_{sf} u.r.	$(1+k)\,r_f$ u.r.
3	392	0,930	72	28,3	39,7	35	0,0183	0,1350	0,940	0,725	0,181	0,0255

Piesele polare sînt masive, iar miezul polului este din tole groase de oțel. Rotorul nu este prevăzut cu inele de conexiune.

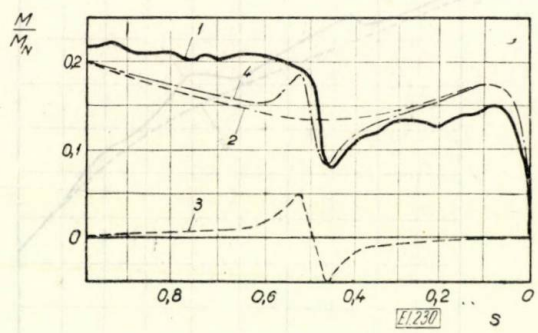


Fig. 12. Curba cuplului de pornire a motorului sincron MSA—G—320 kW, fără inele de conexiune, la pornirea în asincron, cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — curba cuplului, determinată experimental; *2* — curba componentei directe a cuplului, determinată prin calcul; *3* — curba componentei monoaxiale a cuplului, determinată prin calcul; *4* — curba rezultantă a cuplului, determinată prin calcul.

aceleași date ca ale celui de la punctul 2, cu singura deosebire că rotorul este prevăzut cu inele de conexiune. Inelele de conexiune sînt

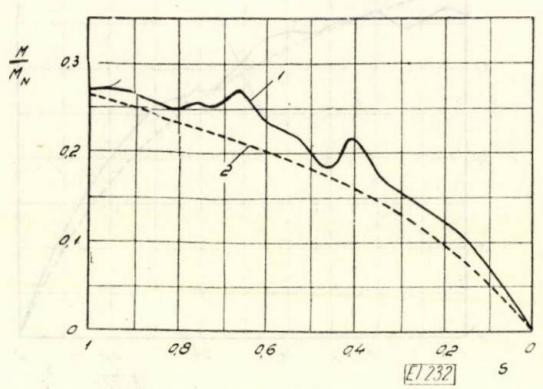


Fig. 14. Curba cuplului de pornire a motorului MSA—G—320 kW, fără inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație deschisă, la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — curba cuplului, determinată experimental; *2* — curba componentei directe a cuplului, determinată prin calcul.

realizate prin legarea pieselor polare vecine la margini cu segmente de inel de cupru.

Cuplurile și curenții funcție de alunecare, ai acestei mașini, au fost determinați atît prin

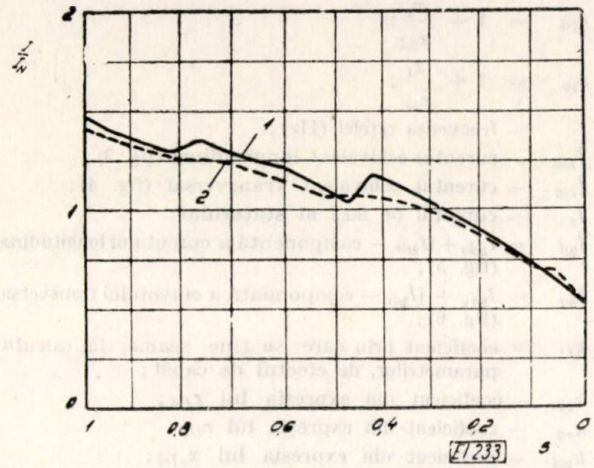


Fig. 15. Curba curentului de pornire a motorului MSA—G—320 kW, fără inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație deschisă, la tensiunea de linie de 3 000 V:
1 — experimental; *2* — prin calcul.

calcul, cît și experimental, pentru tensiunea de linie de 3 500 V. În figurile 16 și 17 sînt repre-

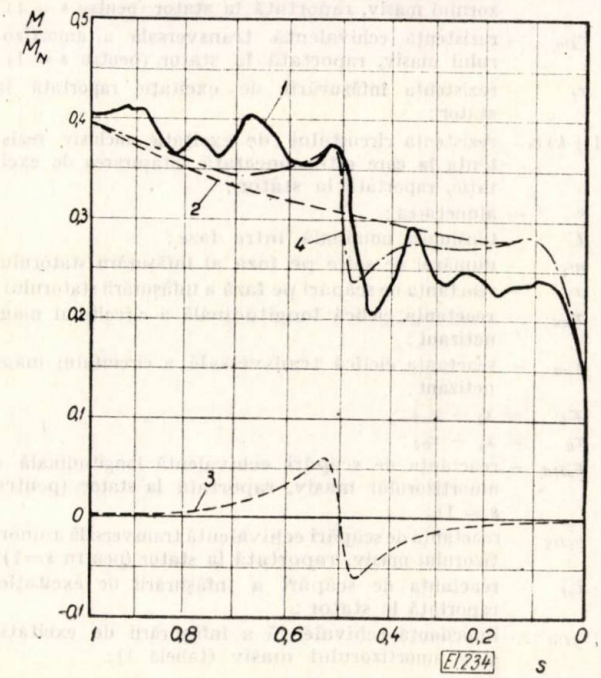


Fig. 16. Curba cuplului de pornire a motorului sincron MSA—G—320 kW, cu inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență, la tensiunea de linie de 3 500 V:
1 — curba cuplului, determinată experimental; *2* — curba componentei directe a cuplului, determinată prin calcul; *3* — curba componentei monoaxiale a cuplului, determinată prin calcul; *4* — curba rezultantă a cuplului, determinată prin calcul.

zentate curbele cuplului și curentului pentru cazul înfășurării de excitație conectate pe o rezistență de 10 ohmi.

Se constată o concordanță satisfăcătoare între rezultatele obținute prin calcul și cele găsite experimental (curbele găsite experimental sînt indicate prin cifra *1*).

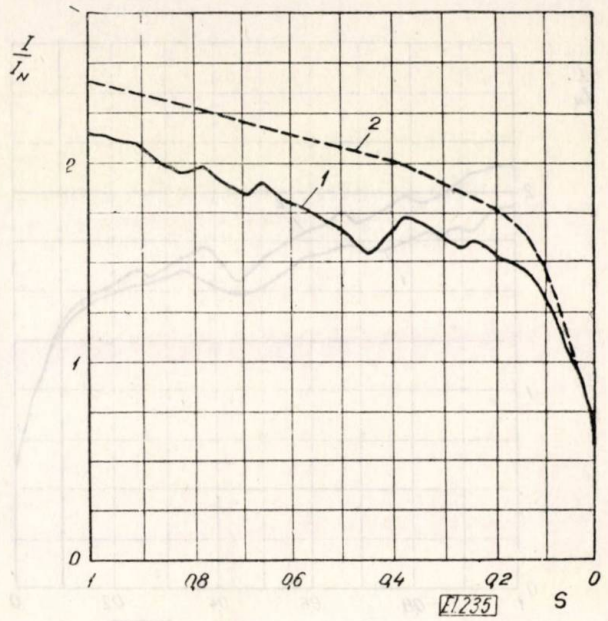


Fig. 17. Curba curentului de pornire a motorului sincron MSA—G—320 kW, cu inele de conexiune, cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență, la tensiunea de linie de 3 500 V:
1 — experimental; *2* — prin calcul.

Pentru a se putea compara caracteristicile de pornire ale unui motor cu inele de conexiune,

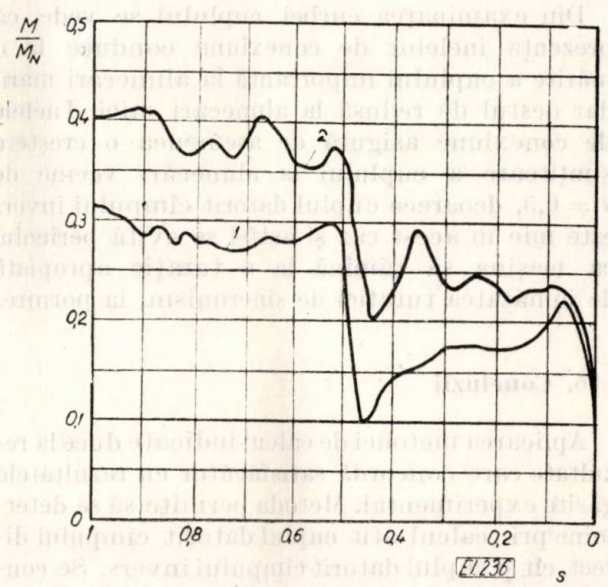


Fig. 18. Curba cuplului de pornire a motorului sincron MSA—G—320 kW, cu înfășurarea de excitație închisă pe o rezistență, experimental, la tensiunea de linie de 3 500 V:
1 — pentru motorul fără inele de conexiune; *2* — pentru motorul cu inele de conexiune.

cu caracteristicile de pornire ale unui motor fără inele de conexiune, în figurile 18 și 19 sînt reprezentate curbele cuplului și curentului

atît ale maşinii cu inele de conexiune, cît şi ale maşinii fără inele de conexiune, pentru tensiunea de linie de 3 500 V pentru ambele maşini.

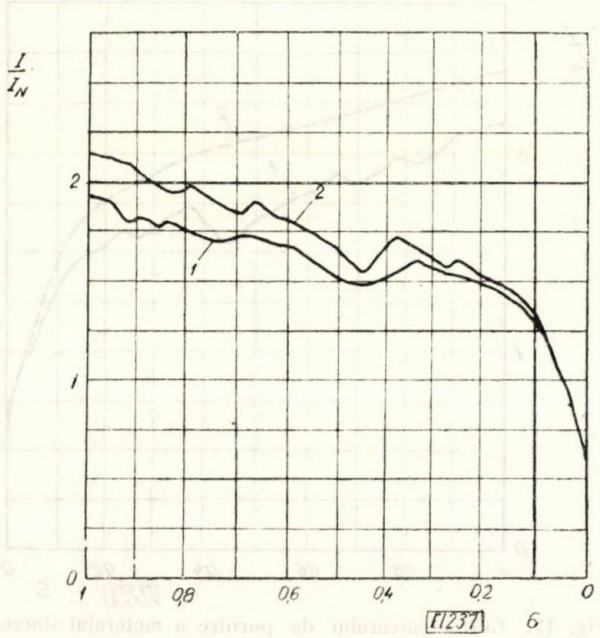


Fig. 19. Curba curentului de pornire a motorului MSA—G—320 kW, cu înfăşurarea de excitaţie închisă pe o rezistenţă, ridicată experimental, la tensiunea de linie de 3 500 V: *1* — pentru motorul fără inele de conexiune; *2* — pentru motorul cu inele de conexiune.

Din examinarea curbei cuplului se vede că prezenţa inelelor de conexiune conduce la o mărire a cuplului importantă la alunecări mari dar destul de redusă la alunecări mici. Inelele de conexiune asigură de asemenea o creştere simţitoare a cuplului la alunecări vecine de $s = 0{,}5$, deoarece cuplul datorit cîmpului invers este mic în acest caz şi astfel se evită pericolul ca maşina să rămînă la o turaţie apropiată de jumătatea turaţiei de sincronism, la pornire.

5. Concluzii

Aplicarea metodei de calcul indicate duce la rezultate care concordă satisfăcător cu rezultatele găsite experimental. Metoda permite să se determine prin calcul atît cuplul datorit cîmpului direct, cît şi cuplul datorit cîmpului invers. Se constată că valoarea cuplului datorit cîmpului invers este relativ mare, cînd înfăşurarea de excitaţie este închisă pe o rezistenţă, dar are o valoare destul de mică atunci cînd înfăşurarea de excitaţie este deschisă. Construcţia de maşini prevăzute cu inele de conexiune permite obţinerea unei caracteristici mai bune a cuplului de pornire.

Notaţii

A_N — pătură liniară de curent (A/cm);
$B_{\delta N}$ — valoarea maximă a inducţiei magnetice nominale în întrefier;
$c_{1d} = 1 + \frac{x_1}{x_{ad}}$;
$c_{1q} = 1 + \frac{x_1}{x_{aq}}$;
f — frecvenţa reţelei (Hz);
$\dot{I}_{Dd}$ — curentul echivalent longitudinal (fig. 3);
$\dot{I}_{Dq}$ — curentul echivalent transversal (fig. 4);
I_1 — curentul pe fază al statorului;
$\dot{I}_{2d} = I_{2da} + jI_{2dr}$ — componentă a curentului longitudinal (fig. 5);
$\dot{I}_{2q} = I_{2qa} + jI_{2qr}$ — componentă a curentului transversal (fig. 6);
k_f — coeficient prin care se ţine seama, la calculul parametrilor, de efectul de capăt;
k_{rd} — coeficient din expresia lui r_{Dd};
k_{rq} — coeficient din expresia lui r_{Dq};
k_{xd} — coeficient din expresia lui x_{sDd};
k_{xq} — coeficient bin expresia lui x_{sDq};
k_{w1} — factorul de înfăşurare al bobinajului statorului;
l_i — lungimea ideală a maşinii;
l_p — lungimea piesei polare:
m — numărul de faze al bobinajului statorului;
r_1 — rezistenţa pe fază a bobinajului statorului;
r_{Dd} — rezistenţa echivalentă longitudinală a amortizorului masiv, raportată la stator (pentru $s = 1$);
r_{Dq} — rezistenţa echivalentă transversală a amortizorului masiv, raportată la stator (pentru $s = 1$);
r_f — rezistenţa înfăşurării de excitaţie raportată la stator;
$(1+k)r_f$ — rezistenţa circuitului de excitaţie inclusiv rezistenţa la care este conectată înfăşurarea de excitaţie, raportată la stator;
s — alunecarea;
U — tensiunea nominală între faze;
w_1 — numărul de spire pe fază al înfăşurării statorului
x_1 — reactanţa de scăpări pe fază a înfăşurării statorului;
x_{ad} — reactanţa ciclică longitudinală a circuitului magnetizant;
x_{aq} — reactanţa ciclică transversală a circuitului magnetizant;
$x_d = x_1 + x_{ad}$;
$x_q = x_1 + x_{aq}$;
x_{sDd} — reactanţa de scăpări echivalentă longitudinală a amortizorului masiv, raportată la stator (pentru $s = 1$);
x_{sDq} — reactanţa de scăpări echivalentă transversală a amortizorului masiv, raportată la stator (pentru $s=1$);
x_{sf} — reactanţa de scăpări a înfăşurării de excitaţie, raportată la stator:
$\dot{z}_{fDd}$ — impedanţa echivalentă a înfăşurării de excitaţie şi a amortizorului masiv (tabela 1);
$\dot{z}_{sDd} = \frac{r_{Dd}}{\sqrt{s}} + \frac{jx_{sDd}}{\sqrt{s}}$;
$\dot{z}_{sDq} = \frac{r_{Dq}}{\sqrt{s}} + \frac{jx_{sDq}}{\sqrt{s}}$;
$\dot{z}_{sf} = \frac{r_f}{} + jx_{sf}$;
$\dot{z}_{2d}$ — impedanţa longitudinală (tabela 1);
$\dot{z}_{2q}$ — impedanţa transversală (tabela 1);
ρ — rezistivitatea fierului rotorului masiv (Ω cm);
τ — pasul polar (cm).

Bibliografie

[1] *Balian, R. H.* K rascetu massivnovo rotora. In: Elektricestvo, **76**, nr. 6, 1955, p. 25—32.

[2] *Pik—Piciak, A. A.* K rascetu massivnovo rotora. In: Vestnik Elektropromîşlennosti, **30**, nr. 6, 1959, p. 36—44.

[3] *Postnikov, I. M., Pavlov, V. M.* şi *Berlok, F. A.* Metodî rasceta parametrov, poverhnostnîi poteri i nagreva sinhronnîh i asinhronnîh maşin s massivnîm rotorom. În: Vestnik Elektropromîşlennosti, **29**, nr. 6, 1958, p. 1—8.

[4] *Postnikov, I. M.* Proektirovanie elektriceskih maşin. Kiev, Gosudarstvennoe izdatelstvo tehniceskoi literaturî, 1960.

[5] *Cimodanova, N. B.* Rascet parametrov i puskovîh harakteristik iavnopoliusnîh sinhronnîh maşin s massivnîmi poliusami. În: Vestnik Elektropromîşlennosti, **32**, nr. 5, 1961, p. 65—68.

[6] *Nicolaide, A. C.* Dispersia diferențială a coliviilor de amortizare ale mașinilor sincrone. În: Electrotehnica, **9**, nr. 12, 1961, p. 417—423.

[7] *Gibbs, W. J.* Induction and Synchronous motors with unlaminated rotors. În: Proceedings Institution of Electrical Engineers, **95**, nr. 46, 1948, p. 411—420.

[8] *Nicolaide, A. C.* Încălzirea rotoarelor masive ale mașinilor sincrone la funcționare asincronă. În: Electrotehnica **8**, nr. 12, 1960, p. 409—416.

[9] *Neiman, Z. B.* Moşcinîe sinhronnîe elektrodvigateli s massivnîmi poliusami na rotore. Elektricestvo, **78**, nr. 6, 1957, p. 32—34.

[10] *Kostenko, M. P.* Elektriceskie maşinî. Speţialnaia ciast. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1949.

[11] *Kazovski, E. I.* Perehodnîe proţessî v asinhronnîh maşinah s ucetom asimmetrii rotora. Elektricestvo, **71**, nr. 4, 1950, p. 14—24.

[12] *Kostenko, M. P.* Elektriceskie maşinî. Speţialnaia ciast. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1949.

[13] *Laible, Th.* Influence de différentes constructions d'amortisseurs et des pôles massifs sur les constantes des alternateurs à pôles saillants. Rapport CIGRÉ, No. 111, Paris 1950.

[14] *Carpentier, L.* Moyens de reculer les limites de réalisation des grands alternateurs hydrauliques. Congrés Aix-les-Bains, Société Française des Électriciens, septembre 1959, p. 24—27.

Intrat în redacție la 15.I.1963

Influența cablurilor de tensiune foarte înaltă asupra curentului de excitație și stabilității generatoarelor care le alimentează*

Anghel Vasilescu** — București

Prin folosirea pe scară întinsă a tensiunii de 110 kV rețelele de transport alimentate sub această tensiune reprezintă sarcini capacitive care au influență pronunțată asupra funcționării generatoarelor care le alimentează. Lucrarea prezentă analizează aceste fenomene și le raportează la generatoarele sincrone ce se fabrică de industria noastră electrotehnică, luînd ca bază de cercetare rețelele de 110 kV în curs de proiectare în țara noastră.

CZ 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Dintre toate instalațiile industriale, cel mai mare consum de energie electrică îl necesită instalațiile siderurgice; punctele de consum fiind la distanță relativ mică unele de altele, alimentarea acestora se rezolvă prin aducerea energiei electrice în centrul de greutate al consumului, și de acolo, prin distribuirea lui în punctele de consum concentrat.

Gazele de furnal conținînd o cantitate apreciabilă de energie calorică, este indicat ca acestea să fie folosite drept combustibil, așa că în centrul de greutate al consumului de energie electrică va apărea, în majoritatea cazurilor, centrala termoelectrică, de unde vor pleca liniile de distribuție a energiei electrice spre punctele de consum concentrat. Aceste puncte reprezentînd în mod frecvent puteri de ordinul zecilor de megawați, care la tensiunea de 10 kV reprezintă intensități de cîteva mii de amperi, transportul acestor intensități ar necesita instalarea a foarte multe cabluri de 10 kV de secțiune uzuală, ceea ce reprezintă o soluție oneroasă. Din acest motiv a trebuit să se aleagă o soluție mai economică, și aceasta a avut ca rezultat folosirea tensiunii de transport de 110 kV și ca tensiune de distribuție, punctele de consum concentrat al exploatărilor siderurgice devenind așa-numite stații de racord adînc în care are loc transformarea tensiunii de 110 kV direct în tensiunea de utilizare de 6 kV.

Dacă transportul sub tensiunea de 110 kV din centrul de greutate al consumului exploatării siderurgice spre stațiile de racord adînc ar fi realizat prin linii aeriene de 110 kV, atmosfera încărcată cu particule fine de cărbune sau alte substanțe în suspensie ar provoca difracția liniilor de cîmp electric din jurul conductoarelor de transport, ceea ce ar da naștere la un șir de conturnări în instalațiile aeriene, care ar face aproape imposibilă exploatarea. Din acest motiv, folosirea cablurilor subterane de 110 kV apare ca unica soluție.

În lucrarea [1], elaborată de un colectiv de specialiști ai uzinelor Siemens-Schuckert, se menționează, în capitolul „Energieüber-

* Lucrarea a fost prezentată la sesiunea științifică ce s-a ținut la IPROMET în cursul lunii iunie a. c.

** Ing. *Anghel Vasilescu* este proiectant șef. la IPROMET.

tragung und Energieverteilung" (de Walter von Mangoldt), următoarele :

„Pînă acum s-a vorbit în mod exclusiv numai de transportul de energie prin linii aeriene, deoarece transportul prin cablu subteran are puține perspective de întrebuințare în acest scop, din motive tehnice și economice. Curentul capacitiv al cablurilor subterane de tensiune foarte înaltă este de 8 — 10 ori mai mare decît acela al liniilor aeriene echivalente, așa că compensarea acestuia se lovește de greutăți aproape de neînvins. O comparație a costului investițiilor liniilor aeriene cu acela al cablurilor subterane arată, în cazul tensiunilor foarte înalte, avantaje simțitoare în favoarea liniilor aeriene, astfel încît transportul de energie electrică sub tensiune foarte înaltă poate fi luat în considerare numai în anumite condiții".

Din cele arătate mai sus rezultă că folosirea cablurilor de tensiune foarte înaltă introduce în rețeaua de distribuție a întreprinderii siderurgice curenți capacitivi, întocmai ca o baterie de condensatoare de capacitatea cablurilor. În privința influenței condensatoarelor, în aceeași lucrare și la același capitol se menționează :

„Dacă la mijlocul unei conducte electrice se racordează o capacitate sub forma unui condensator în paralel, acesta aduce cu sine, din cauza furnizării de putere reactivă, o anumită ridicare de tensiune, provocînd însă o înrăutățire a stabilității. Capacitatea are drept consecință o majorare a puterii de încărcare a sistemului, care trebuie să fie luată în considerare prin reducerea excitației la generatoare."

În citatele de mai sus se atrage atenția asupra influențelor neconvenabile produse de cablurile de 110 kV și rezultă că este indicat ca, în cazul industriilor siderurgice care folosesc cabluri de 110 kV, să se analizeze influența acestora atît asupra stabilității, cît și asupra variației curentului de excitație a generatoarelor care le alimentează. Aceasta este necesară pentru a se putea lua măsuri ca generatorul de execuție obișnuită, pus într-o astfel de rețea, să funcționeze în condiții acceptabile, iar excitatricea respectivă să nu fie obligată, din cauza curentului capacitiv al cablurilor de 110 kV, să funcționeze într-un regim de încărcare cu totul nepotrivit față de caracteristicile ei.

Sînt cunoscute asemenea cazuri cînd funcționarea generatoarelor a fost foarte mult deplasată de funcționarea normală, chiar de curentul capacitiv al liniilor aeriene pe care le alimentează. În această situație se găsește centrala noastră hidroelectrică de la Dobrești.

Pentru a concretiza cazul se va considera un combinat siderurgic constînd în zece stații de racord adînc, care, racordate la sursa de energie electrică amplasată în centrul de greutate al consumului, ar necesita aproximativ 20 km de cablu trifazat de 110 kV, adică cele zece stații de racord adînc ar fi amplasate la o distanță medie de aproximativ 2 km de sursa de energie electrică.

În acest caz curentul capacitiv pe fază, considerînd capacitatea cablului monofazat de 95 mm² și 110 kV de 0,23 μF/km va fi :

$$I_c = \frac{110}{\sqrt{3}} \cdot 0{,}23 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 314 = 92 \text{ A},$$

iar puterea capacitivă corespunzătoare :

$$P_c = \sqrt{3} \cdot 110 \cdot 92 = 17\,500 \text{ kVAr}.$$

După cum s-a menționat mai sus, urmează să se analizeze în mod concret influența pe care o va exercita puterea capacitivă de 17 500 kVAr asupra curentului de excitație a generatorului din centrala sursei de energie electrică și asupra stabilității de funcționare.

După cum se știe, generatorul sincron este legat de frecvența rețelei. Deci șocurile care intevin în rețea nu trebuie să scoată generatorul din sincronism. Cînd acest lucru are loc, atunci se spune că generatorul satisface condițiile de stabilitate. Dacă șocurile sînt lente, stabilitatea se numește statică, iar dacă sînt bruște, stabilitatea se numește dinamică. Prin urmare, un generator sincron funcționează stabil cînd puterea lui nominală se găsește sub puterea lui de răsturnare. Normele prescriu ca puterea efectivă a sarcinii să fie 2/3 din puterea de răsturnare.

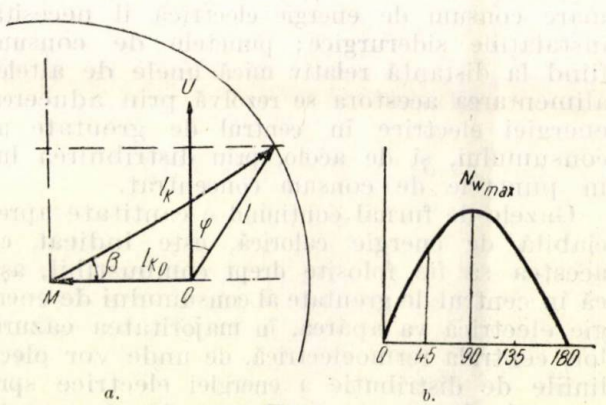


Fig. 1 :
a — diagrama vectorială a încărcării mașinii sincrone ; *b* — reprezentarea grafică a ecuației (3).

În figura *1 a* este reprezentată diagrama vectorială a mașinii sincrone. Corelația dintre curentul de scurtcircuit la mers în gol I_{K0} și curentul de scurtcircuit la mers în sarcină I_k rezultă din ecuația fundamentală a mașinii sincrone. O demonstație foarte simplă a acestei corelații a fost dată de autorul prezentei lucrări în [2].

Din figura 1 *a* rezultă:

$$N_w = 10^{-3} \cdot m \cdot U \cdot I \cos\varphi = 10^{-3} \cdot m \cdot U \cdot I_k \sin\beta, \text{ kW}, \quad (1)$$

unde:

$$N_w = 10^{-3} \cdot m \cdot U_n I_n, \text{ kVA}. \quad (2)$$

Din (1) și (2) se obțin:

$$N_w = N_n \frac{U}{U_n} \cdot \frac{I_k}{I_n} \sin\beta. \quad (3)$$

Ecuația (3) arată că puterea efectivă debitată de generator este funcție de unchiul β, unghiul format de tensiunea la bornele generatorului cu tensiunea interioară produsă de amperspirele rotorului. Valoarea maximă a expresiei (3) se obține pentru $\beta = 90°$, iar valoarea puterii efective debitate de generator va fi reprezentată în figura 1*b*, unde $N_{w\,max}$ reprezintă puterea de răsturnare, care, dacă este depășită de sarcină, duce la decroșarea mașinii și la încetarea debitării de energie electrică din partea acesteia. Acest fenomen trebuie evitat, ceea ce se obține dacă puterea efectivă a sarcinii reprezintă numai 2/3 din puterea de răsturnare, adică dacă mașina nu se încarcă peste valoarea $\beta = 42°$.

În [3] se recomandă ca această valoare să fie cuprinsă între 30 și 35°, pentru turbogeneratoare.

Din cele arătate pînă acum rezultă că, pentru a putea determina influența curentului capacitiv asupra curentului de excitație și asupra stabilității, trebuie folosită metoda prin care, din construcția geometrică ce îi stă la bază să se poată deduce aceste două caracteristici.

Pentru determinarea curentului de excitație a unui generator sincron în funcție de sarcină și factor de putere se utilizează în practică următoarele trei metode:

a) metoda AJEE — Standard, propusă de normele americane;

b) metoda propusă de normele suedeze;

c) metoda propusă de Siemens-Schuckert.

Însă, dintre metodele menționate, numai ultimele două scot în evidență și unghiul β care determină stabilitatea de funcționare a generatorului sincron.

Metoda propusă de normele suedeze este descrisă în [4], unde se menționează că aceasta, fără să aibă o justificare teoretică, duce în majoritatea cazurilor la rezultate confirmate de măsurări. O justificare teoretică a fost dată de autorul prezentei lucrări în [2], de unde rezultă că fondul teoretic al acestei metode este întrucîtva complicat, așa încît apare mult mai indicată metoda Siemens, care se bazează pe principiile evidente de funcționare a mașinii sincrone.

În cele ce urmează se dă descrierea acestei metode.

Cu diagrama tensiunilor și cu caracteristica în gol se determină excitația A_2 necesară pentru o anumită sarcină. Valoarea acestei excitații constă în amperspirele pentru jugul și polii magnetici + amperspirele pentru întrefier + amperspirele pentru dinții statorului + amperspirele pentru jugul statorului + amperspirele care trebuie să țină echilibru reacțiunii indusului. Se trasează pe ordonată vectorul care reprezintă curentul statorului, așa încît la sarcina efectivă și reactivă, tensiunea la borne U este decalată cu unghiul φ față de curent, cum se arată în figura 2*a*. La tensiunea

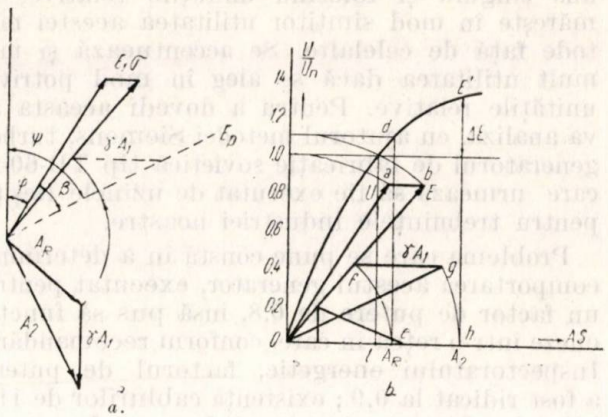


Fig. 2. Metoda Siemens.

la borne U se adaugă, perpendicular pe vectorul care reprezintă curentul, tensiunea de scăpări $E_{1\sigma}$ și se obține astfel tensiunea E. Această tensiune corespunde cîmpului din întrefierul mașinii și este produsă de excitația rezultantă A_R, iar această excitație se obține din caracteristica în gol, așa cum s-a arătat în figura 2*b*, și se trasează în figura 2*a*, perpendicular pe vectorul E. Dacă se rotește diagrama excitației decalată cu 90° înaintea vectorilor tensiunii, înapoi cu 90°, atunci tensiunea magnetică A_R vine în direcția lui E. La A_R se adaugă acum excitația necesară învingerii reacției indusului, și anume în direcție cu vectorul curentului. Această tensiune magnetică se notează cu γA_1, unde:

$$A_1 = \frac{m_1 \cdot I \cdot z \cdot q}{\tau},$$

în care:

m este numărul fazelor;

z — numărul conductoarelor din crestătură;

q — numărul de crestături pe pol și fază;

τ — pasul polar,

iar γ este un coeficient care consideră influența golului dintre poli, și care pentru turbogeneratoare cu doi poli are valoarea 0,85.

Din adunarea lui A_R cu γA_1 se obține excitația totală A_2, care trebuie să fie produsă de polii mașinii, respectiv de excitatrice.

Dacă în figura 2 *b* dispare sarcina și cu ea și reacția indusului, amperspirele polilor rămînînd aceleași, punctul de funcționare se deplasează de la *d* la *E'*, iar tensiunea crește cu ΔE față de tensiunea nominală.

Reprezentînd diagrama din figura 2 *b* în unități relative, Ol va reprezenta amperspirele necesare producerii tensiunii nominale la mers în gol. În urma încărcării mașinii cu intensitatea I_n, amperspirele de excitație vor trebui să fie majorate cu cotele necesare acoperirii pierderilor cauzate de scăpări ($X_{1\sigma}$), precum și cu γA_1, cotă necesară învingerii reacției indusului. Concentrînd figurile 2 *a* și 2 *b* într-una singură și folosind unitățile relative, se mărește în mod simțitor utilitatea acestei metode față de celelalte. Se accentuează și mai mult utilitatea dacă se aleg în mod potrivit unitățile relative. Pentru a dovedi aceasta se va analiza, cu ajutorul metodei Siemens, turbogeneratorul de fabricație sovietică tip TB-60-2, care urmează să fie executat de uzinele Reșița pentru trebuințele industriei noastre.

Problema care se pune constă în a determina comportarea acestui generator, executat pentru un factor de putere de 0,8, însă pus să funcționeze într-o rețea în care, conform recomandării Inspectoratului energetic, factorul de putere a fost ridicat la 0,9 ; existența cablurilor de 110 kV îmbunătățește și mai mult factorul de putere. Această îmbunătățire reduce și mai mult curentul de excitație, ceea ce, după cum s-a arătat, slăbește stabilitatea de funcționare.

Generatorul respectiv are următoarele date : puterea 60 MW ; tensiunea 10,5 kV ; $\cos\varphi = 0{,}8$; $n = 3\,000$ rot/min ; diamterul statorului 1 075 mm ; diametrul rotorului 990 mm ; întrefierul 42,5 mm ; $GD^2 = 13{,}5$ Tm² ; $q = 12$ crestături pe pol și fază ; a — două căi de curent în paralel ; bobinaj în două straturi cu pas scurtat ; pasul bobinajului 1 — 29 ; densitatea de curent în stator 3,8 A/mm² ; densitatea de curent în rotor 3,76 A/mm² ; $X''_d = 13{,}2$; $X'_d = 24$; $X_d = 220$; $X_2 = 19{,}1$; $X_0 = 6{,}7$.

Numărul total de crestături pe stator va fi $2\,pmq = 2.3.12 = 72$, ceea ce duce la 24 conductoare în serie pe fază. Din $l_i/\tau_p \cong 2$ se obține $l_i = 3{,}14.1\,075 = 336$ cm.

Inducția în întrefier necesară la calculul amperspirelor întrefierului se obține din ecuația :

$$E = 2{,}04 \frac{Z}{a} n\, l_i\, D_i\, B_1\, 10^{-10} \cdot \frac{W}{\tau},$$

unde :

$$E = \frac{10{,}5}{1{,}73} = 6\,060\text{V} ; \quad \frac{Z}{a} = \frac{72}{2} = 36 ;$$

$$D_i = 107{,}5 \text{ cm}.$$

De unde se obține :

$$B_1 = \frac{6\,060 \cdot 10^{-10}}{2{,}04 \cdot 36 \cdot 3\,000 \cdot 107{,}5 \cdot 331 \cdot 0{,}8} = 9\,760 \text{ Gauss}.$$

Cu această valoare se calculează amperspirele pentru întrefier :

$$AS_\delta = 0{,}8 \cdot 2 \cdot 4{,}25 \cdot 9\,700 = 65\,000.$$

Se alege ca valoare relativă pentru tensiunea nominală de 10,5 kV și pentru amperspirele întrefierului (65 000 AS) unitatea.

Deoarece în documentația turbogeneratorului TB-60-2 nu se găsește caracteristica la mers în gol, se folosește caracteristica universală în unități relative pentru generatoare moderne (cu saturație pronunțată).

Trecerea de la construcția teoretică, redată în figura 2*a*, la construcția geometrică, redată în unități relative în figura 3, se face în modul următor :

Deoarece turbogeneratorul analizat este construit pentru $\cos\varphi = 0{,}8$, se aplică metoda Siemens (fig.3). Știind că el va fi pus să funcționeze, din cauza prevederilor Inspectoratului energetic, sub $\cos\varphi = 0{,}9$ se va relua construcția geometrică a metodei și pentru acest factor de putere (fig. 4). După aceea, se va considera și puterea capacitivă reprezentată de cablurile de 110 kV, și se va construi diagrama (metoda Siemens) cu considerarea acestei capacități (fig. 5).

Înainte de a trece la detaliile acestor construcții geometrice este recomandabil să se insiste asupra modului cum s-a trecut de la figurile 2*a* și 2*b* la figurile 3, 4 și 5. În acest scop se vor analiza semnificațiile celor trei laturi A_R, γA_1 și A_2 ale triunghiului excitațiilor.

A_R reprezintă, după cum s-a arătat, amperspirele necesare producerii tensiunii nominale plus căderile de tensiune $E_{1\sigma}$ datorite scăpărilor. Deoarece întrefierul are dimensiuni cunoscute, iar inducția în întrefier rezultă, cum de altfel s-a calculat mai sus, din dimensiunile mașinii și din numărul de spire ale statorului, mărimi cunoscute și ele, se alege, ca unitate a amperspirelor, amperspirele pentru întrefier. Aceasta înseamnă că abscisa punctului *a* din figura 3 va fi aleasă ca unitate pentru amperspire. Se trasează apoi, ca unitate de tensiune, vectorul 0-1 de pe ordonată, însă decalat cu 37° ($\cos\varphi = 0{,}8$) față de direcția ordonatei alese ca direcție a curentului. Din datele mașinii cunoscîndu-se $X_{1\sigma} = X''_d = 13{,}2\%$, se duce vectorul *UE* perpendicular pe direcția curentului și egal cu 13,2 mm. Se obține astfel vectorul *OE*. Valoarea relativă a acestuia se obține din scara ordonatei prin rotirea punctului *E* pe ordonată. Corespondentul acestui punct se coboară pe abscisă și se obține astfel, în unitățile relative, valoarea excitației rezultante, necesară obținerii tensiunii nomi-

nale, plus tensiunea de scăpări, găsindu-se valoarea 1,53; aceasta înseamnă că amperspirele necesare obținerii tensiunii la funcționarea în sarcină sînt cu 53% mai mari decît amperspirele necesitate de întrefier, și aceasta din cauza consumului de tensiune magnetică pe tot parcursul închis de liniile magnetice. Se ridică apoi acest punct de pe abscisă pe vectorul E, în punctul b. Conform celor arătate în figura 2b, urmează ca din b să se poarte pe orizontală vectorul γA_1; acesta reprezintă amperspirele necesare învingerii reacției indusului, care corespunde reactanței directe a mașinii, notată cu X_d. Deoarece figura 2b este construită cu includerea tensiunii de scăpări, adică construcția geometrică este elaborată după tensiunea U, și anume pe vectorul E, γA_1 va reprezenta reactanța principală longitudinală:

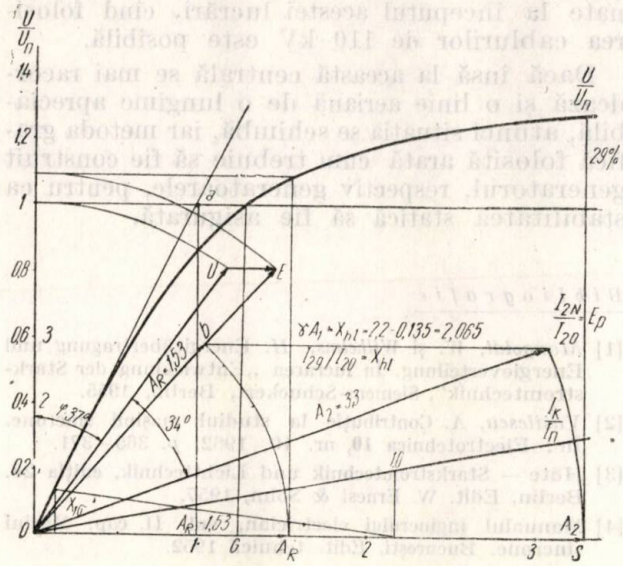


Fig. 3. Metoda Siemens pentru un turbogenerator 60 MW, cos $\varphi = 0{,}8$.

$$X_{p1} = X_d - X_{1\sigma}.$$

Pentru că în figura 3 se folosesc unitățile relative, atunci la scara abscisei (5 cm = 1 AS) se va duce, din punctul b, valoarea:

$$X_{p1} = X_d - X''_d = 2{,}2 - 0{,}135 = 2{,}065.$$

Unindu-se originea cu extremitatea vectorului de 2,065x5 = 11,325 cm, se obține vectorul A_2 care, rabătut pe abscisă, determină valoarea amperspirelor necesare pe polii rotorului, prin obținerea tensiunii:

$$E = 1{,}13\,\frac{10\,500}{1{,}73},\ \text{V}.$$

În cazul cînd dispare sarcina, amperspirele, rămînînd mai departe, ridică tensiunea pînă la valoarea E_p.

Se arată în figura 3 că, în unități relative, creșterea de tensiune de la gol la sarcină plină este de 29%. Tot din figura 3 rezultă că unghiul:

$$\beta = \psi - \varphi = 34°,$$

adică valoarea recomandată de norme să fie astfel încît rezerva de supraîncărcare să fie egală cu $1/\sin\beta = 1{,}8$.

În figura 4 se repetă aceeași construcție ca în figura 3, însă pentru generatorul funcționînd sub cos$\varphi = 0{,}9$. Diferența dintre figurile 3 și 4 constă în faptul că vectorul U va forma

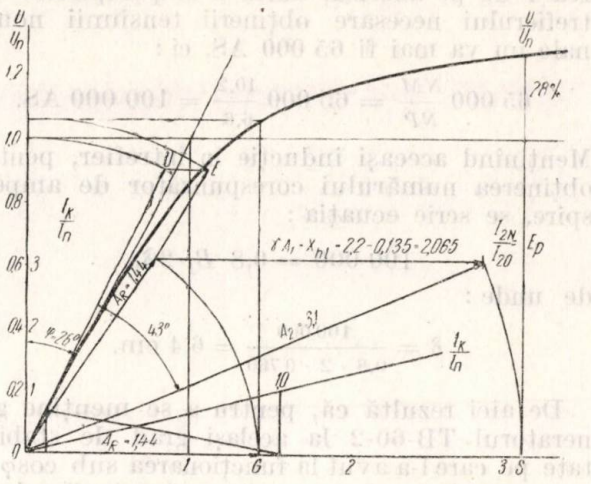


Fig. 4. Diagrama din figura 3, pentru cos $\varphi = 0{,}9$.

acum unghiul $\varphi = 26°$ cu ordonata, adică corespunzător valorii cos$\varphi = 0{,}9$. În acest caz se obține $\beta = 43°$, ceea ce corespunde unui grad de supraîncărcare de $1/\sin 43° = 1{,}5$.

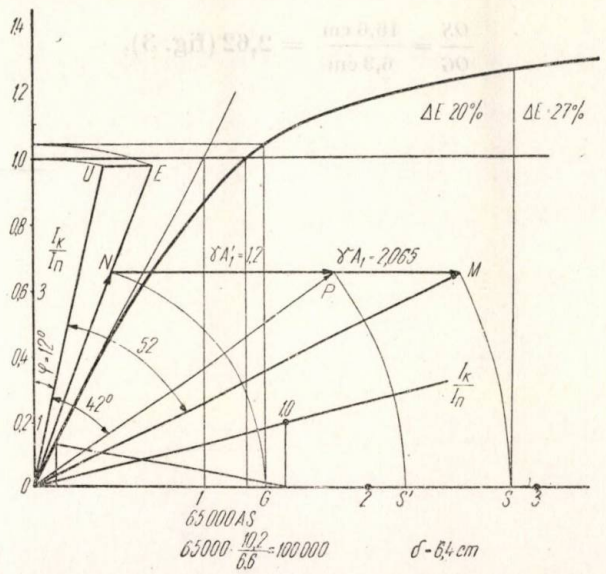


Fig. 5. Diagrama din figura 3, pentru cos $\varphi = 0{,}9$ și debitînd prin 20 km cablu de 110 kV.

Dacă acum se adaugă curentul capacitiv al cablurilor (fig.5), atunci unghiul φ devine egal cu 12°, ceea ce corespunde unui unghi

$\beta = 52°$, adică unei supraîncărcări de $1/\sin 52° = 1{,}26$.

Aceasta înseamnă că un șoc de 26% din puterea nominală a generatorului îl scoate din sincronism.

Pentru ca supraîncărcarea să fie aceeași ca în cazul figurii 4 se aduce unghiul β la valoarea 42° prin readucerea vectorului OP sub acest unghi.

În acest caz, NP capătă valoarea $X_{h1} = 1{,}2$, iar $X_d = 1{,}2 + 0{,}135 = 1{,}335$. Pentru ca să se respecte scara unităților relative, valoarea 1 de pe abscisă, adică a amperspirelor întrefierului necesare obținerii tensiunii nominale nu va mai fi 65 000 AS, ci:

$$65\,000 \frac{NM}{NP} = 65\,000 \frac{10{,}2}{6{,}6} = 100\,000 \text{ AS}.$$

Menținînd aceeași inducție în întrefier, pentru obținerea numărului corespunzător de amperspire, se scrie ecuația:

$$100\,000 = 0{,}8 \cdot B_1 \cdot 2\delta,$$

de unde:

$$\delta = \frac{100\,000}{0{,}8 \cdot 2 \cdot 9\,760} = 6{,}4 \text{ cm}.$$

De aici rezultă că, pentru a se menține generatorul TB-60-2 la același grad de stabilitate pe care l-a avut la funcționarea sub $\cos\varphi = 0{,}9$, trebuie să i se mărească întrefierul de la 4,25 la 6,4 cm.

În privința curentului de excitație se constată că, în cazul funcționării generatorului sub $\cos\varphi = 0{,}8$ (fig.3), curentul de excitație variază de la gol la plină sarcină în proporția:

$$\frac{OS}{OG} = \frac{16{,}6 \text{ cm}}{6{,}3 \text{ cm}} = 2{,}62 \text{ (fig. 3)},$$

în timp ce din figura 5 rezultă:

$$\frac{OS}{OG} = \frac{11{,}1}{6{,}3} = 1{,}77.$$

Este de la sine înțeles că micșorarea stabilității de funcționare, provocată de curentul capacitiv al cablurilor de 110 kV, are loc numai dacă rămîne în funcțiune un singur generator. Dacă acest lucru nu se întîmplă, atunci puterea capacitivă de 17 500 kVAr repartizîndu-se pe mai multe unități, efectul va fi mai slab, aproape insensibil. Prin urmare, alimentarea stațiilor de racord adînc prin mai multe cabluri radiale care pleacă din centrala termoelectrică a unui combinat siderurgic reprezintă un caz tipic special, din cele menționate la începutul acestei lucrări, cînd folosirea cablurilor de 110 kV este posibilă.

Dacă însă la această centrală se mai racordează și o linie aeriană de o lungime apreciabilă, atunci situația se schimbă, iar metoda grafică folosită arată cum trebuie să fie construit generatorul, respectiv generatoarele, pentru ca stabilitatea statică să fie asigurată.

Bibliografie

[1] *Mangoldt, W.* și *Wilhelms, H.* Energieübertragung und Energieverteilung. În lucrarea „Entwicklung der Starkstromtechnik", Siemens-Schuckert, Berlin, 1955.

[2] *Vasilescu, A.* Contribuție la studiul mașinii sincrone. În: Electrotehnica **10**, nr. 10, 1962. p. 365–371.

[3] Hüte — Starkstromtechnik und Lichttechnik, ediția 28. Berlin, Edit. W. Ernest & Sohn, 1957.

[4] Manualul inginerului electrician, vol. II, cap. Mașini sincrone. București, Edit. tehnică 1952.

Intrat în redacție la 16.XII.1962

RECENZII

CZ 621.3.011 : 537/38

Timotin, A. şi Hortopan, V.: **Leţii de bazele electrotehnicii**, vol. I. Electrostatica, electrocinetica, electrodinamica. Un volum cartonat 17 × 24 cm, 311 p., cu numeroase figuri şi tabele. Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1962.

Despre bazele electrotehnicii au apărut numeroase tratate în ţară, dar mai ales în străinătate şi, totuşi, orice nouă apariţie interesează nu numai pe studenţi, care au obligaţia să asimileze fundamentele nu prea uşoare ale disciplinei, ci şi pe specialiştii cu experienţă din institute, din producţie sau din exploatări. Fiecare ar vrea să confrunte sistemul de legi şi teoreme prezentat cu cel asimilat, să găsească în vreun capitol o precizare ce i-ar putea fi utilă la interpretarea sau rezolvarea unei probleme puse de practică sau de experienţa sa.

Dar să nu anticipăm opiniile înainte de a trece în revistă conţinutul. Cartea constituie o reformulare a materialului din cursul principal pentru necesităţile studenţilor de la cursurile serale. O scurtă introducere ne orientează asupra obiectului şi domeniului tratat, asupra importanţei sale. Scurta evoluţie a electrotehnicii care se prezintă aici excelează prin rigurozitate şi obiectivitate, apărînd concisă ca o fişă dintr-o enciclopedie. Se ilustrează pe scurt metoda pentru prezentarea fenomenelor fizice şi a descrierii lor prin legi matematice. Noţiunea de mărime şi măsurarea ei se definesc just, omiţîndu-se totuşi remarca independenţei acestei măsurări de definirea prealabilă a unei unităţi, ceea ce permite deducerea unui sistem de relaţii fundamentale, de mărimi valabile în orice sistem de unităţi. Noţiunile de mărime primitivă şi derivată, de lege, de teoremă, de cîmp, de vid se definesc precis în prealabil, ceea ce se impune şi din cauza înţelesului multiplu al unora dintre aceşti termeni, de exemplu al cîmpului.

Dintre cele trei ramuri ale electrotehnicii teoretice, electrostatica se tratează prima, ceea ce dezavantajează întotdeauna magnetostatica, la care multe legi şi teoreme se repetă corespunzător, dar are în schimb avantajul că electrocinetica se poate ataca în lumina legilor cîmpului. Plecînd de la sarcina electrică şi de la mărimea intensităţii cîmpului electric, prima lege este cea a acţiunii ponderomotoare a cîmpului, din care legea lui Coulomb se deduce în mod logic. Construirea acelei legi, pe baza experienţelor de explorare a cîmpului în vid cu un mic corp electrizat este cît se poate de logică şi plastică. De observat imediat că la deducerea aceleiaşi legi a cîmpului magnetic în capitolul 16 nu se reuşeşte să se apropie deducerea atît de strîns de experienţe.

La scrierea legii lui Coulomb, autorii aleg unităţile şi rezolvă problema raţionalizării (atît de îndelung discutată de cadrele didactice) prin adoptarea sistemului Giorgi. Motivările sînt cît se poate de decente şi veridice.

Teorema lui Gauss, tuburile de flux şi potenţialul permit, împreună cu operatorii diferenţiali, o tratare riguroasă a cîmpurilor coulombiene în vid, ca aplicaţie deducîndu-se expresiile caracterizînd cîmpul sarcinii punctiforme (potenţialul sferic) şi liniforme (potenţialul logaritmic). Foarte utilă este aici remarca (la p. 46) că, în ultimul caz, punctelor de la infinit nu li se poate acorda potenţialul zero, deoarece dreapta infinită are ea însăşi două puncte la infinit.

Polarizarea dielectricilor este tratată separat în capitolul 4, evidenţiind rolul momentului electric, care permite demonstrarea echivalenţei dintre un dipol electric şi un mic corp polarizat. Potenţialul şi cîmpul dipolului au expresii relativ simple ce se obţin însă după un efort apreciabil de calcul. În mod exemplar se analizează substratul microscopic al polarizării electrice pe baza deplasării centrului orbitei electronilor şi iarăşi trebuie să remarcăm că acest substrat nu se tratează la nivelul celor mai noi cunoştinţe în cazul magnetizării (domenii Weiss, pereţi Bloch, momente magnetice axiale etc.) în capitolul 18, dar în acest domeniu aceste cunoştinţe sînt mai necesare pentru înţelegerea fenomenului.

Tratarea cîmpului electric în interiorul corpurilor polarizate se introduce la capitolul 5 cu o analiză riguroasă a rostului şi rolului micilor cavităţi imaginate încă de Maxwell, paralel ca şi perpendicular pe vectorul polarizării, analiză cunoscută din unele lucrări ale acad. prof. R. Răduleţ. Rezultă în mod neîndoielnic necesitatea ca starea corpurilor polarizate să fie caracterizată prin două mărimi de stare vectoriale, introducîndu-se astfel în mod logic vectorul de inducţie electrică.

După această pregătire, în capitolul 6 se rezumă legile şi teoremele fundamentale ale electrostaticii şi condiţiile de frontieră pe suprafeţele de separaţie a doi dielectrici, în capitolul 7 urmînd studiul capacităţilor în care se dă o importanţă cuvenită relaţiilor lui Maxwell şi definirii capacităţii de regim, importantă din punct de vedere practic. Forţele electrostatice se deduc din expresiile forţelor şi coordonatelor generalizate ale mecanicii, plecînd de la energia cîmpului şi o deplasare virtuală. Ca aplicaţii se examinează electrometrul Thomson şi tensiunile maxwelliene. O succintă expunere a metodelor electrostaticii încheie domeniul, lipsind o atenţie cuvenită dată metodelor de aproximare a liniilor de cîmp, foarte utilă oricărui inginer de tehnica tensiunilor înalte.

Electrocinetica se tratează de la început plecînd de la legile generale cunoscute în electrostatică, din care multe sînt valabile şi pentru sarcini în mişcare. Se definesc astfel tensiunea (forţa) electromotoare de contur în sens restrîns, apoi în sens larg, şi se arată cîmpurile imprimate de diferitele feluri. Se definesc atît curentul electric de conducţie şi de convecţie, cît şi densităţile lor.

Astfel, în relaţiile fundamentale ale electrocineticii (capitolul 12), legea lui Ohm, în medii conductoare cu o rezistivitate dată, apare întîi sub formă locală, apoi sub formă integrală.

Capitolele 13 respectiv 14 tratează bazele teoretice ale circuitelor liniare, respectiv neliniare. O deosebită grijă se acordă definirii sensului de referinţă şi regulilor de asociaţie a sensurilor de referinţă. Teoremele lui Kirchhoff, Helmholtz, Thévenin şi Norton, atît de importante pentru telecomunicaţii, se deduc şi se formulează riguros. Teorema importantă a superpoziţiei, valabilă numai în circuite liniare, este folosită după părerea noastră în mod restrîns la simplificarea calculului reţelelor. Ea are de fapt un substrat mult mai general şi efecte puternice asupra posibilităţilor de rezolvare a ecuaţiilor diferenţiale ale sistemelor electromagnetice liniare. Cele neliniare se ilustrează prin descrierea caracteristicilor unor elemente neliniare, ca lampa cu incandescenţă, termistorul, rezistenţa neliniară din carbură de siliciu (denumire mai proprie decît tirit), baretorul, tuburile luminescente şi cele electronice, arcul electric etc. De observat, în general, că pentru aceste circuite se dau prea puţine reţete de calcul cu o valabilitate mai generală decît cea a metodelor grafice ilustrate în aplicaţii. Importanţa crescîndă a acestor elemente şi circuite cere o preocupare principală mai profundă, cu elemente teoretice specifice prea puţin cunoscute. Ca observaţie specifică menţionăm că exponentul rezistenţelor variabile pe bază de carborund a ajuns la valoarea 5 şi chiar 6, valoarea 3,5 fiind considerată azi cu totul insuficientă. Arcul electric a fost pe nedrept tratat, la p. 161, foarte sumar atunci cînd aplicaţiile lui actuale, dar mai ales cele ce se aşteaptă în curînd de la arcul cu plasmă, vor fi de cea mai mare importanţă practică. Comportarea paradoxală a arcului în regim dinamic trebuie prezentată din punct de vedere fizic şi matematic, spre a uşura înţelegerea fenomenelor ce se petrec în întreruptoare de putere, în cuptoare electrice, la sudura cu arc etc. Să ne gîndim la încercările pe scară mare de a obţine fuziunea atomică în arcul electric concentrat de un puternic cîmp magnetic.

Capitolul 15 tratînd electroliza nu aduce nimic neobişnuit şi ar merita, de asemenea, să fie completat la o nouă ediţie cu o analiză structurală mai profundă. Pilele Volta şi Daniel sînt azi depăşite prin pile şi microacumulatoare de mare capacitate şi eficienţă ce trebuie să fie luate în considerare.

Partea ultimă, electrodinamica şi magnetostatica, concentrează studiul magnetismului şi al fenomenelor electromagnetice, tratarea fiind, în general, similară cu cea a electrostaticii. Magnetismul se consideră de la început generat de curenţi electrici moleculari, fără o analiză mai profundă a fenomenului microscopic respectiv (la p. 207). Cîmpul magnetic se explorează cu o mică bobină parcursă de curent şi se obţin legile cîmpului magnetic pe căi similare cu cele abordate în electrostatică. La discutarea extensiunii date de Laplace

legii lui Biot şi Savart se atrage, pe drept cuvînt, atenţia asupra limitelor de valabilitate a formulei ce se obţine şi care de multe ori se aplică eronat unor circuite deschise, de exemplu la calcularea forţei la care este supusă traversa unui întreruptor cu ulei mult în caz de scurtcircuit.

După deducerea legilor şi teoremelor cîmpului magnetic în vid şi corpuri magnetizate în capitolele 17, 18 şi 19, se trece la deducerea şi tratarea celor două legi fundamentale ale lui Maxwell în capitolele 20, 21 şi 22, întîi sub forma lor integrală mai apropiată fenomenelor şi experienţei, apoi sub forma lor locală mai utilă analizei matematice şi mai uşor de reţinut. Expunerea beneficiază aici de toate capitolele anterioare, fiind în acelaşi timp clară şi riguroasă. Observăm din nou că paragraful 23.2, privind feromagnetismul, se mulţumeşte cu stabilirea relaţiilor macroscopice, cele microscopice fiind amintite pe scurt. În schimb, teoria macroscopică a magneţilor permanenţi este tratată în mod corespunzător şi conform cu necesităţile practice.

Introducerea potenţialului vector în capitolul 25 prilejuieşte consideraţii teoretice de înalt nivel care permit, totuşi, simplificări considerabile în calculul cîmpurilor magnetice cvasistaţionare generate de curenţi.

La studiul circuitelor magnetice, cu ajutorul legilor lui Kirchhoff se dau reguli de calcul de mare importanţă pentru proiectarea practică a electromagneţilor.

Capitolul 27, privitor la inductivităţi, este tratat relativ sumar dacă ne dăm seamă de ce efort teoretic considerabil cere calculul inductivităţii conturelor celor mai simple, nemaivorbind de inductivitatea mutuală a unor bobinaje complicate.

Expresia densităţii de volum a energiei magnetice, dedusă la paragraful 28.2, şi cea a energiei cîmpului magnetic sînt nu numai simple, dar şi general valabile, ceea ce înlesneşte calculul destul de delicat, pe altă cale, al inductivităţii interne a unui conductor cilindric rotund.

Din paragraful 28.4 rezultă cu uşor se poate deduce expresia forţei portante a unui electromagnet din teorema forţei generalizate în cîmpul magnetic şi ce simplă este această expresie în sistemul Giorgi, ceea ce face inutilă elaborarea unor formule empirice cu factori numerici rotunjiţi, care, fiind prin excelenţă neomogene, îngreuiază mai mult decît simplifică sarcina proiectantului.

În fine, în capitolul 29 se ajunge la tratarea globală a legilor lui Maxwell şi a undelor electromagnetice. După o recapitulare a tuturor legilor şi teoremelor deduse anterior se dă forma locală a celor patru legi ale lui Maxwell, completate cu relaţiile mutuale dintre vectorii de cîmp. Se deduc, apoi, parametrii caracteristici ai undei electromagnetice plane, deducîndu-se atît viteza de propagare şi impedanţa de undă, cît şi relaţiile lor, între altele cu indicele de refracţie al mediului. Din teorema energiei electromagnetice se deduc expresiile scăderii energiei magnetice, ale puterii consumate în domeniu prin efecte termochimice şi ale fluxului puterii electromagnetice (vectorul Poynting).

Un ultim capitol tratează în mod competent sistemele uzuale de unităţi şi dă tabele de conversiune a mărimilor şi unităţilor.

Împărţirea în trei părţi principale şi 30 de capitole este improprie unei sistematizări după sistemul zecimal. Materia ar trebui împărţită în 5—8 părţi principale, iar fiecare dintre acestea să aibă 3—8 capitole.

Ne permitem a atrage atenţia asupra unor lipsuri formale, ce s-ar putea corecta la o viioare ediţie.

În carte nu se face uz decît parţial de regula, uzuală în lucrări tehnico-ştiinţifice tipărite, de a scrie cu litere drepte operatorii matematici, unităţile şi elementele chimice, rezervînd literele cursive pentru mărimi. Astfel, operatorul diferenţierii d se scrie cu cursive, exceptînd p. 98 în formulele (8), (9) unde, dacă s-ar fi scris cu litere cursive colida cu simbolul *d* (cursiv) care reprezintă distanţa dintre plăcile condensatorului plan. Era de prevăzut că într-o astfel de lucrare litera d trebuia întrebuinţată pentru o mărime fizică. Atunci, de ce nu se aplică regula de mai sus consecvent, cînd pe deasupra este recomandată expres de STAS? La unităţi în formule (de exemplu 2.20 la p. 31) se utilizează litere cursive, iar în text litere drepte, aşa cum trebuie, ceea ce iarăşi poate da loc la confuzii, deoarece împiedică utilizarea unei aceleiaşi litere pentru două simbolizări diferite, ca de exemplu C drept pentru unitatea Coulomb şi *C* cursiv pentru mărimea capacitate.

Figurile sînt, în general, bune şi contribuie mult la interpretarea şi înţelegerea textului.

Bibliografia citată este, în schimb, insuficientă şi nu poate servi la aprofundarea problemelor.

La sfîrşitul unui comentariu de o asemenea amploare nu pot să nu exprim totuşi satisfacţia, cred unanimă, a electrotehnicienilor pentru realizarea unei cărţi de învăţătură cu un astfel de nivel teoretic şi importanţă practică. Pe lîngă cursul acad. prof. dr. ing. R. Răduleţ, această lucrare se înscrie între cele mai utile tratate ale teoriei cîmpului electromagnetic şi va contribui la crearea de cadre de specialitate cu o înaltă calificare.

Acad. **A. Avramescu**

CZ 621.315.616.98

Andrianov K. A. şi Skipetrov V. V. **Dielectrici lichizi sintetici.** Moscova, Gosenergoizdat, 1962, 176 p. 104 fig., 8 ref. bibl.

O deosebită importanţă au dielectricii lichizi în construcţia echipamentului electric, ei avînd de îndeplinit simultan funcţii de materiale izolante şi de medii de transmisiune a căldurii. Datorită acestor funcţii, dielectricii lichizi trebuie să aibă caracteristici fizico-chimice şi mai ales electrice cît mai ridicate.

Odată cu creşterea temperaturii de funcţionare, respectiv a clasei de izolaţie a echipamentului electric, dielectricii lichizi clasici nu au mai corespuns cerinţelor respective. La fel, datorită stabilităţii scăzute în timp a caracteristicilor electrice ale uleiurilor minerale, s-au căutat noi dielectrici lichizi, realizaţi pe cale sintetică. Dezvoltarea lor în tehnica curenţilor tari este impetuoasă. În ultimul timp, în U.R.S.S. se lucrează la transformarea unor fabrici întregi de condensatoare pentru trecerea de la tehnologia impregnării cu uleiuri minerale la tehnologia folosirii dielectricilor sintetici de tipul sovol.

Lucrarea prof. Andrianov, specialist de seamă în domeniul materialelor electroizolante şi realizatorul sovolului, prezintă dielectricii lichizi sintetici obţinuţi în U.R.S.S. şi în străinătate, referindu-se mai puţin la modul lor de obţinere şi insistînd atît asupra caracteristicilor lor fizico-chimice şi dielectrice, cît şi asupra domeniilor lor de folosire. După cum se vede, lucrarea se adresează în primul rînd constructorilor de echipament electric şi cercetătorilor din institutele de cercetări cu profil electrotehnic.

Primul capitol tratează uleiurile sintetice obţinute pe baza produselor de polimerizare a hidrocarburilor nesaturate. Un astfel de ulei sintetic, realizat în U.R.S.S. sub denumirea de oktol, se foloseşte la impregnarea cablurilor de forţă de înaltă tensiune în locul uleiului mineral amestecat cu colofoniu. Caracteristicile fizico-chimice şi dielectrice ale acestuia sînt superioare uleiului mineral. În S.U.A. se foloseşte un astfel de dielectric sintetic, cunoscut sub numele de „vitamina A" la impregnarea condensatoarelor cu hîrtie.

Cei mai importanţi dielectrici sintetici, cei obţinuţi prin policlorurarea difenilului, sînt prezentaţi în capitolul doi, cel mai important din carte, care prezintă caracteristicile fizico-chimice, electrice şi higroscopicitatea principalilor dielectrici produşi în tehnica mondială, şi anume: Klophen în R.F.G., peralene în Franţa, ariclor în Anglia şi sovol în U.R.S.S.. Principalele domenii de utilizare sînt condensatoarele de forţă şi transformatoarele speciale. Dat fiind, pe de o parte, constanta dielectrică mult mai mare a acestor dielectrici decît a uleiurilor minerale, iar pe de altă parte stabilitatea lor în timp, în producţia condensatoarelor de forţă se tinde la înlocuirea completă a uleiurilor minerale. În privinţa transformatoarelor, problema este puţin diferită în sensul că, pentru scopurile speciale, respectiv pentru eliminarea completă a pericolului de inflamabilitate, sînt de ales două variante: transformatoare uscate sau transformatoare cu dielectrici lichizi sintetici. Practica americană, de pildă, merge pe folosirea cu precădere a transformatoarelor uscate, pe cîtă vreme autorii justifică folosirea transformatoarelor cu dielectrici lichizi sintetici.

Atît pentru condensatoarele, cît şi pentru transformatoarele cu dielectrici lichizi sintetici, se pune problema compatibili-

tăţii acestora cu celelalte materiale care intră în componenţa schemei de izolaţie. Această problemă este pe larg tratată în lucrare. Pe lîngă indicaţiile date de principalii producători de materiale izolante clorurate, separat se prezintă, ca rezultat al cercetărilor autorilor, influenţa diverselor materiale izolante asupra factorului tg δ al sovolului unui dielectric sintetic cu temperatură de congelare mai joasă.

Un capitol este dedicat esterilor organici, folosiţi ca dielectrici lichizi. Unul dintre aceştia, esterul dibutilic al acidului sebacic, cu denumirea comercială lectronol, se foloseşte ca dielectric pentru condensatoarele de înaltă frecvenţă.

Aceste condensatoare se utilizează în circuitele oscilante ale generatoarelor de înaltă frecvenţă inductive şi înlocuiesc cu succes condensatoarele cu mică, foarte scumpe şi mai ales deficitare. Caracteristicile dielectrice ale acestui lichid sintetic sînt superioare.

Ultimul capitol tratează dielectricii lichizi siliconici, care au luat, mai ales în ultima vreme, o largă întrebuinţare în diferite ramuri ale tehnicii, datorită calităţilor lor, în speţă: stabilitate termică ridicată, inerţie chimică, temperatură de congelare scăzută, coeficient redus de variaţie a viscozităţii cu temperatura şi, de asemenea, caracteristici dielectrice ridicate într-un larg diapazon de temperaturi şi frecvenţe. Se prezintă caracteristicile fizico-chimice şi mai ales electrice ale principalilor dielectrici lichizi siliconici produşi în U.R.S.S. şi în străinătate. Se analizează domeniile de folosire a materialelor lichide siliconice, şi anume: a) ca dielectrici pentru condensatoare, transformatoare de mică putere şi aparataj electro- şi radio-tehnic lucrînd la temperaturi foarte ridicate; b) materiale de ungere pentru maşini şi aparate lucrînd, de asemenea, la temperaturi ridicate; c) hidrofobizarea materialelor; d) ca lichide de amortizare în dispozitive şi e) la pompele de difuziune pentru tehnica vidului înalt.

Autorii reuşesc să menţină un just echilibru între prezentarea propriu-zisă a materialelor izolante, inclusiv modul lor de fabricare şi folosire a lor, respectiv domeniul constructorilor de echipament electric. Lucrarea conţine un bogat material informativ şi cu indicaţii preţioase pentru electrotehnicieni, fiind de altfel dedicată personalului tehnic din fabricile electrotehnice. Datorită acestui fapt, considerăm că lucrarea ar fi trebuit să conţină şi materiale de încercare a dielectricilor lichizi prezentaţi.

În concluzie, apreciem că lucrarea este foarte valoroasă pentru constructorii noştri de echipament electric, contribuind la rezolvarea problemelor de îmbunătăţire a indicilor tehnico-economici prin folosirea de materiale electroizolante moderne. Astfel se umple un gol care se resimte în publicaţiile noastre, în privinţa prezentării dielectricilor lichizi sintetici.

A.B.

REFERATE

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.047.44 : 621.3.017.43

May, M. S. **Densitatea de curent în periile de cărbune** (Current density în carbon brushes). În: Electr. Engng., **81**, nr. 3, martie 1963, p. 208—210.

În legătură cu modernizarea proiectării maşinilor electrice şi a fabricaţiei materialului pentru perii, se studiază încărcarea optimă a periilor. Această încărcare depinde în primul rînd de comutaţia maşinii şi de posibilităţile ei de răcire. De asemenea, au un rol important vibraţiile şi „aruncarea" periilor. În general, funcţionarea este ameliorată cînd se reduce numărul periilor (la maşinile mari) şi se măreşte densitatea de curent în perii — aceasta pentru că încălzirea prin frecare este proporţională cu numărul periilor, în timp ce încălzirea dezvoltată electric la suprafaţa de contact al periilor nu creşte în proporţie directă cu densitatea curentului. Se dau diagrame din care se vede că rezistenţa de contact creşte cu densitatea de curent pînă în jurul a 6 A/cm^2; de acolo înainte, densitatea de curent nu mai modifică rezistenţa de contact. La mai multe maşini au fost îndepărtate o parte din perii (20—30%) şi funcţionarea a fost ameliorată. Pentru periile moderne (electrografit), tendinţa este să se mărească densitatea de curent pînă la 15 A/cm^2.

H.A.

CZ 621.313.048.82 : 621.315.616.97

Lebedenko, V. A. **Procese tehnologice moderne în industria electrotehnică** (Sovremennie tehnologiceskie proţessi v elektropromîşlennosti). În: Vestn. Elektroprom., nr. 8, 1961, p. 1—4.

Se prezintă linii noi tehnologice în domeniul maşinilor electrice. Astfel, linia nouă de impregnare şi uscare a electromotoarelor seriei unitare A2 în locul KP — 18 şi cu încălzirea prin curenţi de frecvenţă industrială a reuşit să micşoreze procesul de lucru de la 17—22 ore la 15—30 minute. Pentru lucrările de bobinaj, împachetaj, montaj etc., s-au construit agregate şi maşini speciale (circa 40 de modele). Se prezintă eficienţa economică a introducerii acestor noi linii tehnologice în industria electrotehnică, se studiază problema intensificării automatizării proceselor tehnologice pentru seriile unitare de electromotoare de foarte mare serie. Se accentuează asupra necesităţii tipizării pieselor maşinilor electrice.

A.B.

CZ 621.313.322.013.8.018.32

Roche L. R. **Sistem de excitaţie folosind puterea armonicilor, pentru turbogeneratoare** (A harmonic excitation system for turbine-generators) În: Electrical Engng. section I, april 1962, p. 281—284.

În ultimele decenii s-au conceput mai multe sisteme de excitaţie pentru turbogeneratoare, cu scopul de a înlocui excitatoarea sau cel puţin de a elimina colectorul cu lamele al acesteia. Sistemul prezentat utilizează puterea dezvoltată de armonici în generator pentru autoexcitarea acestuia. Armonicile sînt cauzate de saturaţia dinţilor rotorului, de crestăturile rotorice şi statorice şi, în cazul polilor aparenţi, de forma tălpii polilor.

De asemenea, forma undei tensiunii generate conţine aceste armonici, în cantităţi depinzînd de înlănţuirea şi distribuţia bobinajului statoric faţă de unda fiecărei armonici. Majoritatea turbogeneratoarelor fiind trifazate, puterea armonicilor (a treia şi impara) nu poate fi folosită decît într-un sistem cu patru fire. Dar în acest caz această putere este cîştigată fără să producă o schimbare apreciabilă în solenaţia necesară fluxului principal al generatorului. Avantajele acestui mod de excitaţie sînt: o mai mare siguranţă în funcţionare; o întreţinere mai uşoară; înlocuirea amplificatorului magnetic de 180 kV prin redresoare şi eliminarea preamplificatoarelor magnetice. Cu aceste modificări rezultă un sistem de excitaţie cu numai două constante de timp, una este asociată cu cîmpul generatorului, iar cealaltă, cu dispozitivul de declanşare magnetică care comandă redresorul reglabil. Folosind autoexcitaţia prin energia armonicilor va scădea atît costul construcţiei, cît şi acela al fundaţiei.

H.A.

CZ 621.313.322.015.53.045.53

Leroy, G. **Problemele de ionizare în înfăşurările statorice ale maşinilor sincrone mari** (Les problèmes d'ionisation dans les enroulements statoriques des grandes machines synchrones). În: Bull. Soc. franç. Électriciens **3**, nr. 26, 1962, p. 68—87, 24 fig, 26 ref. bibl.

Studierea fenomenului de ionizare are o importanţă deosebită pentru izolaţia maşinilor electrice. În izolaţii de clase superioare, de pildă mica, sub formă de bandă sau hîrtie pe suport de ţesătură de sticlă cu lianţi sintetici, rămîn incluziuni de aer, oricît de perfecţionată ar fi tehnologia deshidratării, degazării şi impregnării. Sub acţiunea cîmpului electric se produce ionizarea incluziunilor de aer sau de alte gaze, ceea

ce duce la mărirea pierderilor dielectrice şi deci la supraîncălzirea izolaţiei. Un astfel de proces continuu duce, pînă la urmă, la distrugerea izolaţiei. Se pune problema alegerii metodei celei mai eficiente pentru detectarea pragului de ionizare, adică a tensiunii la care încep procesele de ionizare. Se prezintă o metodă bazată pe variaţia factorului tg δ în funcţie de tensiunea măsurată cu puntea tip Schering.

Se recomandă studierea fenomenului de ionizare în toate fazele de fabricare a maşinilor electrice. La realizarea de noi scheme de izolaţii se cere efectuarea de măsurări pe machete. Afară de încercările propriu-zise de ionizare, se fac şi încercări termomecanice şi alte măsurări dielectrice comparative.

A.B.

CZ 621.313.322—81.048.82 : 620.172

Kulakovskii, V. B. **Despre metodica determinării caracteristicilor mecanice ale izolaţiei maşinilor electrice** (O metodike opredelenia osnovnih mehaniceskih karakteristik izoliaţii electriceskih maşin). În: Elektricestvo, nr. 10, 1962, p. 27—31, 8 fig, 8 ref. bibl.

Încercările mecanice se referă la izolaţia statorică a turbogeneratoarelor mari. Pentru a obţine date comparative s-au luat două loturi de epruvete cu aceeaşi schemă de izolaţie.

Primul lot este constituit din epruvete noi neintroduse în crestătură, iar cel de-al doilea, din epruvete din bare care au fost în exploatare circa 25 de ani, în maşini electrice cu tensiunea nominală de 6 kV. Epruvetele se introduc în crestături false. Lungimea părţii secţiunii de bobinaj din afara crestăturii (care imită partea frontală) este astfel aleasă, încît frecvenţa proprie a vibraţiilor mecanice să fie de 50 Hz. Măsurarea deformaţiei izolaţiei se face în locurile de trecere din crestătură în afară. Amplitudinea vibraţiilor capătului epruvetei se determină cu ajutorul unei reglete speciale. Numărul de cicluri de vibraţii este de circa 540 000, ceea ce corespunde aproximativ la eforturile mecanice, timp de 20 de ani, ale unei maşini aflate în exploatare. Se constată că, în locurile de trecere de la crestătură la partea de capăt a bobinajelor, caracteristicile mecanice ale izolaţiei se înrăutăţesc mai mult decît în partea de crestătură.

A.B.

CZ 621.313.392 + 621.313.823.5

West, J. C. şi Jayawant, B. V. **Un nou motor oscilant liniar** (A new linear oscillating motor). În: Proc. Inst. electr. Engrs. A, **109**, nr. 46, august 1962, p. 292—300.

Se descrie un motor simplu care produce direct o mişcare oscilatorie liniară. Amplitudinea deplasării poate varia între 5 şi 50 cm. Pentru o amplitudine de 25 cm s-a realizat o frecvenţă de 10—12 Hz. Partea mobilă este un inel confecţionat din material conductor (aluminiu, cupru sau bronz), care alunecă în lungul unei bare din tole. Inelul este cuprins între două bobine identice, aşezate la aceeaşi distanţă de capătul respectiv al barei. Bobinele sînt legate în serie cu condensatoarele, astfel alese încît circuitul să fie aproape de rezonanţă. Cele două circuite sînt legate în paralel şi sînt alimentate cu tensiune alternativă monofazată. Dacă tensiunea este corect aleasă, de îndată ce cele două bobine sînt alimentate inelul începe să oscileze pînă ajunge să se deplaseze de la o bobină la cealaltă. Se face o analiză a fenomenului şi se descriu posibilităţile practice de aplicare în industria ţesătoriei.

H.A.

CZ. 621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.222

Greveu, J. **Transformatoare de măsură** (Les Transformateurs de mesure). In: Revue „A", Bruxelles, t. **78**, nr. 4, 1962.

După ce se defineşte rolul transformatoarelor de măsură, se examinează mijloacele folosite pentru obţinerea preciziei şi siguranţei la transformatoarele moderne. Influenţa cauzelor externe asupra funcţionării corecte a transformatoarelor de curent şi influenţa fluxului de scăpări şi efectele produse de supraîncărcare se analizează pe larg.

Transformatoarele de tensiune se studiază din punctul de vedere al căderii de tensiune în înfăşurări şi al repartiţiei unei unde în bobinaje.

Transformatoarele de tensiune cu două înfăşurări secundare fac obiectul unui examen amănunţit şi se dă o soluţie originală, care asigură o independenţă totală celor două înfăşurări secundare. Se arată evoluţia probabilă a transformatoarelor de măsură, în legătură cu folosirea releelor electronice.

L.V.

CZ. 621.315.5 *Conductori*

CZ 621.315.53

Lee, I. I. **Aluminiul în electrotehnică, bare colectoare şi bobinaje** (Aluminium în electrical engineering. Busbars and Windings). În: Electr. Rev. **175**, 7 iul. şi 20 dec. 1962, p. 327—329 şi 624—628.

Se fac consideraţii privind folosirea aluminiului pentru bare colectoare, bobinaje, echipament de telecomunicaţii, linii aeriene şi cabluri. După remarca că barele de aluminiu se folosesc de aproape 60 de ani, se precizează că în prezent se utilizează bare de aluminiu cu puritatea de 99,5% şi bare executate din aliaj de aluminiu (aluminiu-siliciu-magneziu) cu o rezistenţă mecanică mai mare decît cele de aluminiu pur. Deşi barele confecţionate din aliaj au caracteristici mecanice mult îmbunătăţite în privinţa deformaţiei plastice, ele prezintă o conductivitate de 55% faţă de 60% cît prezintă cele de aluminiu pur. Ambele tipuri de bare au suprafeţe de răcire mult mai mari în raport cu barele de cupru. Se face o comparaţie între cele trei tipuri de bare confecţionate din Al, din aliaj de Al şi din cupru. Emisivitatea barelor din aluminiu sau din aliaj este maximă cînd suprafaţa este vopsită sau anodizată în negru mat. Se indică valorile tipice ale emisivităţii pentru diferite finisaje ale suprafeţei.

O bară de Al sau aliaj de Al va avea — la aceleaşi condiţii electrice — circa jumătate din greutatea barei echivalente de cupru şi va costa cu circa 50% mai puţin.

Cea mai frecventă utilizare a aluminiului în bobinaje este la rotoarele motoarelor asincrone şi la transformatoare de înaltă tensiune. Utilizarea benzilor de aluminiu este recomandabilă datorită faptului că ele prezintă un factor de umplere bun. Utilizarea sîrmei de Al anodizate oferă avantaje economice şi permite să se lucreze în mod satisfăcător la temperaturi pînă la 500°C.

Bobinaje de acest tip au fost folosite cu succes la bobinele de focalizare ale tuburilor cinescop.

Se arată apoi că, prin sudarea la rece a capetelor de bobine folosind ultrasunetele, bobinele pot fi folosite la temperaturi mai înalte decît bobinele cu îmbinări lipite.

În privinţa aplicaţiilor mecanice se arată că se merge uneori pe linia folosirii aluminiului pentru piese mecanice (carcasele motoarelor de mică putere, cuve de transformatoare, elemente de susţinere cu staţii, stîlpi pentru linii aeriene); chiar în cazul folosirii cuvelor de oţel, ele se căptuşesc în interior cu aluminiu. Acest procedeu a fost aplicat la un trasnformator de 180 MVA; 275/132 kV. Prezintă interes şi noul tip de transformator de 60 :15/20 MVA; 115/13, 8/6,9 kV, fabricat în întregime din aluminiu, cu excepţia miezului şi a cîtorva accesorii mecanice.

Aluminiul în telecomunicaţii se aplică: la confecţionarea plăcilor sau registrelor condensatoarelor cu dielectricul aer, la executarea carcaselor condensatoarelor electrolitice. Se utilizează ca material de învelire pentru conductoare, pentru ecranarea tuburilor electronice, pentru conductoare de retur de la cablurile axiale. De mai mulţi ani, ghidurile de undă se fabrică din piese extrudate din aluminiu. Se enumeră aproape toate ramurile din telecomunicaţie în care îşi găseşte aplicaţie aluminiul.

Alte aplicaţii ale aluminiului sînt: confecţionarea paratrăsnetului, conductelor flexibile etc.

Conductoarele cablate din aluminiu sînt răspîndite în special la cuptoare şi constituie una dintre alternativele avantajoase pentru legăturile flexibile la barele colectoare.

A.C.

CZ. 621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.615.219.015.51

Renne, V. T., Bondarenko, P. N., Cohe, L. I. şi Kalantar, N. C. **Caracteristicile dielectrice ale uleiurilor electroizolante, obţinute din ţiţeiuri sulfuroase.** În: Izvestia vîsşih ucebnîh zavedenii, seria Energhetika, nr. 12, 1962, p. 19—25, 6 fig., 3 ref. bibl.

Pentru îmbunătăţirea indicilor tehnico-economici ai transformatoarelor şi condensatoarelor de forţă se studiază noi tipuri de uleiuri minerale electroizolante. Metodica de cercetare este comparativă în sensul studierii celor două noi sorturi de uleiuri sulfuroase în comparaţie cu tipul cunoscut de ulei vaselinic intens purificat şi deshidratat.

Caracteristicile dielectrice au fost măsurate în felul următor:

a) ε şi tg δ s-au măsurat la frecvenţa de 50 Hz şi tesniunea de 1 000 V; b) la fel ε şi tg δ' la frecvenţa de 1 000 Hz şi tensiune mică (punte de măsură electronică); c) rezistivitatea volumetrică specifică la tensiunea de 150 V, şi d) rigiditatea dielectrică la electrozi standardizaţi cu o distanţă de 25 mm între ei. Absorbţia de aer în ulei s-a experimentat pe machete de condensatoare realizate din cîte zece straturi de hîrtie de condensator, de o grosime de 10 μ şi impregnate în uleiurile studiate. Impregnarea s-a făcut fără rînd, pentru obţinerea în izolaţie a unui număr oarecare de incluziuni de aer. Tensiunea de încercare luată a fost de 2,5 kV la frecvenţa de 50 Hz, ceea ce a corespuns unui gradient de potenţial de 25 kV/mm, depăşind de două ori intensitatea cîmpului electric de lucru din condensatoarele de forţă. Încercările au fost efectuate atît la temperatura camerei, cît şi la temperatura de 50°C. Rezultatele încercărilor de mai sus au dus la concluzia superiorităţii tipului de ulei sulfuros notat D—89.

În continuare s-au făcut experimentări pe machete de condensatoare (de puteri mici) cu grosimea dielectricului de 40μ şi capacitatea (în stare impregnată) de circa 0,05 μF. Uscarea condensatoarelor înaintea împregnării s-a făcut timp de trei ore; impregnarea s-a făcut la aceleaşi valori ale temperaturilor şi tensiunilor, în timp de opt ore. Se prezintă variaţia factorului tg δ a condensatoarelor experimentale în funcţie de temperatură, la frecvenţa de 50 Hz. Şi din aceste experimentări reiese superioritatea tipului de ulei mineral D—89.

A. B.

CZ 621.315.616.96.012.7

Dobrer, E. K. **Despre cîteva caracteristici dielectrice ale izolaţiei epoxidice** (O nekotorih dielektriceskih karakteristikah epoxidnoi izoliaţii). În: Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 12, dec. 1962, p. 16—19, 5 fig.

Se pune problema studierii variaţiei caracteristicilor dielectrice ale răşinilor epoxidice fabricate în U.R.S.S. (ED—6, ED—P şi ED—L) şi a răşinii cehoslovace E—2 000, în funcţie de greutatea moleculară şi procentajul de întăritor.

În acest sens s-au trasat curbele: tg δ şi ε în funcţie de temperatură pentru răşinile de mai sus cu procentaje de întăritor între 0,8—1,2%. Temperaturile corespunzătoare maximului pierderilor dielectrice caracterizează amestecul respectiv de răşină întăritor. Astfel, pentru răşina E—2 000 cu 0,8% întăritor (anhidridă ftalică), maximul pierderilor dielectrice de respectiv 0,9 corespunde temperaturii de 110°C. Mărind procentajul de întăritor pînă la 1,0, temperatura critică se deplasează la 130°C. Trasîndu-se curbele variaţiei temperaturii critice în funcţie de procentajul de întăritor se obţin, la toate tipurile de răşini epoxidice, temperaturile critice pentru procentajul de 1,0 întăritor.

Rezistivitatea volumetrică este maximă (10_{16} Ω cm) pentru procentajul cel mai ridicat de întăritor (1,2), la temperatura de 20°C. La temperatura de 120°C, valoarea sa se micşorează cu circa opt ordine de mărime. Cît priveşte rigiditatea dielectrică a izolaţiei epoxidice în curent alternativ, 50 Hz şi la 20°C, practic nu depinde de greutatea moleculară a răşinii.

A.B.

CZ. 621.315.618.9

Zalesskii, A. M. **Folosirea elegazului** (hexafluorura de sulf) **în electrotehnică** (Primenenie elegaza v elektrotechnike). În: Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 12, dec. 1962, p. 10—13, 7 fig., 6 ref. bibl.

Dintre gazele electrotizolante, cel cu cea mai variată utilizare este hexafluorura de sulf, realizată în U.R.S.S. sub denumirea de elegaz. Caracteristicile mai importante sînt: densitatea 0,006 g/cm^3; conductibilitatea termică 2,98 . 10^{-4} W/cm. grad; capacitatea termică specifică 0,598 J/g. grad şi constanta dielectrică (relativă) 1,00 191. O caracteristică importantă a elegazului este variaţia presiunii vaporilor saturaţi în funcţie de temperatură. La temperatura de —62°C, elegazul se congelează, iar la —51°C se lichefiază şi, pentru a putea fi folosit în stare gazoasă, trebuie adus la temperaturi mai ridicate. Elegazul în stare pură este inert, necombustibil, inodor, netoxic şi stabil termic pînă la 800°C. Apa, acizii şi alcalii nu au acţiune de disociere asupra lui. Metalele obişnuite folosite în industria electrotehnică nu disociază elegazul la temperaturi pînă la 150°C. Elegazul se disociază în arc electric, însă cantitatea produselor de disociere este foarte mică şi se reunesc uşor la scăderea temperaturii.

Partea mică a produselor de disociere care rămîne în întreruptor poate fi absorbită de aluminiul activat. O calitate importantă a elegazului este rigiditatea sa dielectrică ridicată. În funcţie de presiune, rigiditatea sa dielectrică creşte. Capacitatea de stingere a arcului la elegaz este de circa 100 de ori mai mare decît a aerului.

În S.U.A. s-au realizat întreruptoare cu elegaz de 230 kV, 15 000 MVA. Presiunea elegazului este de 2,1 at. În transformatoare, presiunea folosită este de 1,7 at. Izolaţia este de tip condensator. Această izolaţie compusă hîrtie-elegaz este mult superioară izolaţiei clasice hîrtie-ulei mineral. Cabluri de 10 kV, în care izolaţia de hîrtie a fost în prealabil uscată, au fost umplute cu elegaz şi s-au obţinut rezultate bune. Presiunea aici este mărită, respectiv 10 at. În condensatoare (etalon), folosirea elegazului micşorează gabaritele de aproape două ori, în comparaţie cu cele în azot. În fine, folosirea elegazului este posibilă în aparatajul de joasă tensiune.

A. B

CZ. 621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.733.2 : 531.767

Maievskaia, V. M. şi Morozov, A. D. **Anemometru termoelectric pentru măsurarea vitezelor curenţilor de aer** (Termoelectriceskii anemometr dlia izmerenia skovostei patokov vosduha). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 7, 1962, p. 18—20.

Se prezintă un aparat destinat măsurării vitezelor mici ale curenţilor de aer, a cărui funcţionare se bazează pe principiul răcirii cu curent de aer a unui fir cald care are rolul unui convertizor termic. Termoanemometrul se compune dintr-un traductor cu convertizor termic, un aparat de măsurat, un alimentator, şi reostate de reglaj.

Traductorul se prezintă sub forma unui cilindru de textolit, pe circumferinţa căruia sînt dispuse 25 de termocupluri fier-constantan, legate în serie. Sudurile termocuplurilor sînt scoase în partea interioară a cilindrului şi amplasate pe două rînduri, unul cu sudurile reci ale termocuplurilor, celălalt cu cele calde. Încălzirea sudurilor calde ale termocuplurilor se realizează cu ajutorul unor sîrme de nicrom fixate de extremităţi cu lac de bachelită. Aşezarea sudurilor în interiorul cilindrului înlătură influenţa temperaturii mediului ambiant asupra indicaţiilor aparatului. Pentru viteze mai mari decît 0,3 m/s, pe traductor se montează un ajutaj care sporeşte rezistenţa opusă curentului de aer, extinzîndu-se astfel domeniul de măsurare pînă la 20 m/s. Ca aparat de înregistrare se foloseşte un microampermetru.

Încercările efectuate au arătat precizia aparatului (eroarea nu depăşeşte 1,5%), ca şi posibilitatea de a măsura chiar depresiunea aerului, fără a fi necesare alte aparate de măsurat decît cele existente.

F. T.

CZ 621.317.733.2.088.23

Popescu, A. T. **În legătură cu sensibilitatea maximă a punților Wheatstone în curent alternativ** (A propos de la sensibilité maximale des ponts de Wheatstone en courant alternatif). În: Rev. E. **3**, nr. 12, 1962, p. 511—512, 2. fig.

Se arată greșelile făcute pînă în prezent aplicîndu-se relațiile clasice ale lui Heaviside, valabile pentru puntea de curent continuu, la calcularea valorilor impedanțelor complexe relative ale unei punți Wheatstone în curent alternativ. Se constată că este necesar să se caute soluția problemei pentru cazul general și să se evite folosirea unor relații „scrise prin analogie".

L. V.

CZ 621.317.761.029.62

Budan, L. **Un circuit în frecvență metrică pentru întrebuințare industrială** (Un circuit fréquencemétrique à usage industriel). În: Rev. gén. électronique, **16**, 192, nr. 11, 1962, p. 37—39, 4 fig.

Pentru controlul precis al unei frecvențe și, îndeosebi, pentru controlul vitezei unui alternator se poate folosi un circuit electronic foarte simplu care nu comportă decît organe pasive, cu caracteristici bine studiate. Montajul este compus dintr-un circuit rezonant cu inductanță și capacitate în paralel, care se închide pe un inel de diode, la ieșirea căruia se culege un semnal continuu, care este nul la frecvența de acord și care devine pozitiv sau negativ după semnul dezacordului. Folosindu-se acest montaj s-a putut efectua controlul funcționării unui alternator, reglarea frecvenței unui grup de mașini în mers autonom și cuplarea din mers a unui alternator cu rețeaua (fiind completat cu un circuit pentru sincronizarea fazei), ansamblul asigurînd închiderea unui dispozitiv de cuplare cînd mașina, accelerîndu-se în gol, trece prin viteza de sincronism. Procedeul, nefiind limitat numai la gama frecvențelor joase, va permite realizarea unui bun discriminator cu modulație de frecvență.

Realizarea este simplă datorită simplității schemei, liniarității (dacă gama de frecvență explorată este îngustă), marei sensibilități, reglajului foarte ușor al pantei, fără descentrarea acordului prin variația rezistenței de sarcină, insensibilității la armonici, independenței frecvenței principale de reglaj de tensiune, posibilității de inversare a semnalului de ieșire etc.

L. V.

CZ 621.317.781

Bubnov, T. T. **Dinamometru electric** (Electriceskii dinamometr) În: Izmeritelnaia tehnica, nr. 8, 1962 p. 35—36.

Se descrie un aparat destinat măsurării la distanță a forțelor, a cărui eroare nu trebuie să depășească ± 0,5% din valoarea sarcinii nominale la variații ale tensiunii de alimentare între 180 și 240 V, a frecvenței cu ±1% și a temperaturii în limite de ± 30°C. Ca element clasic al dinamometrului se folosește o bobină cilindrică cu spire de secțiune pătrată și caracteristică liniară; în afară de aceasta aparatul mai cuprinde traductorul diferențial cu dispozitivele lui auxiliare, selsine, miezuri de fier cu trei înfășurări etc. La deformarea arcului, un miez de fier este atras în interiorul bobinei, ceea ce duce la apariția unui semnal care se aplică la intrarea unui amplificator care comandă pornirea unui motor asincron, care la rîndul lui pune în mișcare selsinul legat de axa cu indicator a aparatului. Deviația acului va fi proporțională cu deformația resortului. Schema are o sensibilitate mare în toată gama de măsură. Încercarea aparatului efectuată în condițiile unui stand deschis, timp de doi ani, a arătat corectitudinea indicațiilor. Caracteristica aparatului în perioade lungi de încercare s-a păstrat stabilă, eroarea nedepășind 0,3% din sarcina nominală; de asemenea dispersia caracteristică de elaborare de la probă n-a depășit 0,2% din valoarea nominală a scării aparatului.

F. T.

CZ. 621.318.1/3 *Materiale magnetice. Magneți. Electromagneți*

CZ 621.318.134.029—64.001.4

Ványai, P. **Încercarea feritelor pentru microunde** (Mikrohullamu feritek vizsgálata). În: Hiradástechnika, **13**, nr. 6, 1962, p. 210—219, 13 fig. 12 ref. bibl.

Tehnica microundelor folosește pe o scară din ce în ce mai largă elemente din ferite cu proprietăți nereciproce. Proprietatea de bază a acestor elemente este atenuarea și defazarea diferită a undelor electromagnetice în funcție de direcția de programare prin ferită. În funcție de domeniul de aplicație, feritele pentru microunde se împart în două categorii mari: a) izolatoare, avînd o atenuare mică într-o direcție și mare în cealaltă și b) filtre ușor acordabile și cu bandă variabilă. Articolul tratează pe larg metodele de măsurări în microunde ale feritelor folosite în domeniile de aplicație indicate. Proba de ferită de măsurat se așază într-o cavitate rezonatoare cilindrică fiind supusă unui tren de unde electromagnetice la frecvența de 4 000 MHz. În funcție de poziția piesei de ferită se modifică frecvența proprie de rezonanță a cavității și lărgimea benzii în raport cu parametrii existenți în gol. Din variația frecvenței proprii de rezonanță se determină permeabilitatea, respectiv constanta dielectrică a feritei, iar din variația lărgimii benzii se determină caracteristicile magnetice, respectiv pierderile în constanta dielectrică a feritei. Dacă se situează ferita în cavitate într-o regiune de cîmp maxim magnetic se determină proprietățile magnetice ale materialului, iar dacă se situează într-o regiune de cîmp maxim electric, se determină proprietățile electrice ale acestuia. Rezonanța feromagnetică se poate scoate ușor în evidență prin variația continuă a cîmpului magnetic constant aplicat paralel cu axul cavității.

Lucrarea cuprinde un calcul detaliat al rezonanței feromagnetice și al permeabilității tensionale, a perturbațiilor care apar în microundele din cavitățile, precum și modul de aplicare a acestor calcule.

Se descrie instalația de măsurare a proprietăților sondelor în microunde și se prezintă rezultatele obținute în măsurările executate pe probe sferice din ferite de MnMgAl și MnMgAlCu.

I. V

CZ 621.318.3 : 537.312.62

Saur, E. **Bobine supraconductoare pentru electromagneți** (Supraleitende Magnetspulen). În: Elektrotechn. Z (ETZ-B), nr. 26, 24 decembrie 1962, p. 705—708, 10 fig., 18 ref. bibl.

Se prezintă bazele fizice ale supraconductibilității și se fac considerații asupra parametrilor electrici ai materialelor supraconductoare. Se prezintă o serie de date privind metalurgia fizică și tehnologia supraconductoarelor dure destinate confecționării bobinelor care să producă cîmpuri magnetice foarte intense. Astfel de bobine admit densități de curent extrem de mari, chiar în domeniul de temperatură al heliului lichid (1 ÷ 4°K). Se cunosc două grupe de metariale care satisfac aceste condiții (curenți intenși prin bobine și temperaturi mari la funcționare).

Prima grupă este aceea a aliajelor ductile (3 Nb — Zr; 2 Nb — Ti; 2 MoR și Pb Bi) care pot fi trefilate în sîrme sau laminate în benzi. Capacitatea de încărcare (densitatea de curent-limită) a acestor aliaje în cîmpuri magnetice puternice depinde în întregime de compoziție și de gradul prelucrării la rece.

Din studiul comparativ prezentat în articol rezultă că cea mai ridicată capacitate de încărcare de 10^4 A/cm² la 80 kOe și 1,5°K o prezintă benzile 2 Nb — Zr cu un grad de laminare de 97%.

A doua grupă de supraconductoare extrem de dure o formează aliajele intermediare cu rețeaua cristalină cubică de tipul wolframului, cum ar fi: Nb_3Sn; V_3Ga; V_3Si; Nb_3Al. Pentru confecționarea conductoarelor sub formă cilindrică sau benzi din materialele dure ale celei de-a doua grupe

este necesar să se aplice procedee tehnologice speciale. Un asemenea procedeu de prelucrare este descris pentru aliajele indicate mai sus.

Toate materialele studiate servesc pentru confecționarea bobinelor supraconductoare pentru electromagneți destinați producerii unor cîmpuri magnetice puternice.

Astfel, la metodele clasice de producere a cîmpurilor magnetice puternice s-a adăugat, în ultimii doi ani, un nou procedeu, și anume acela al creării unor astfel de cîmpuri prin curenți permanenți în materiale supraconductoare.

Procedeul de producere a cîmpurilor magnetice foarte intense își găsește aplicații în cele două direcții de producere a energiei, prin: a) fuziunea hidrogenului; b) metoda magnetohidrodinamică de transformare directă a căldurii în energie electrică.

Numai cu astfel de bobine supraconductoare pentru electromagneți se poate realiza un randament suficient de bun, făcînd ca metoda descrisă să prezinte importanța tehnică. Autorul prezintă tipurile de bobine supraconductoare pentru electromagneți executate pînă în prezent, descriindu-se modul de confecționare a unora dintre ele.

A. C.

CZ 621.319 *Aplicațiile industriale ale electrostaticii*

CZ 621.319.2 : 537.221/223

Barker, R. H. **Electreții** (Electrets). În: Inst. Electr. Engs. **8**, nr. 93, sept. 1962, p. 397–401.

Un electret este analogia electrică a unui magnet.

Primii electreți realizați în 1922 au fost aplicați în special în domeniul electrofotografiei. Se explică mecanismul formării unui electret și se arată avantajele acestor elemente în comparație cu magneții. Într-un dielectric, mișcarea limitată a sarcinilor are loc sub influența unui cîmp electric, dînd naștere curentului de deplasare. Un efect similar se produce dacă materialul conține dipoli electrici permanenți, care sînt rotiți prin acțiunea cîmpului. În ambele cazuri, materialul devine polarizat. Unele materiale, denumite feroelectrice, prezintă efecte de histerezis și își păstrează un grad de polarizare după ce cîmpul E a fost îndepărtat. Alte materiale pot fi tratate pentru a prezenta o polarizare permanentă sau care scade lent. Cîmpul electric al unui asemenea dispozitiv este analog celui al unui magnet permanent și, de aceea, dispozitivul este numit electret.

Efectul poate fi foarte pronunțat, obținîndu-se cîmpuri interne stabile de 30 kV/cm. Electreții își păstrează cel mai bine sarcina dacă sînt depozitați cu electrozii în scurtcircuit, pe cînd un magnet are nevoie de o armătură.

Din cercetările făcute de Eguchi se constată că un electret poate fi confecționat din amestec de ceară de Carnauba și colofoniu cu puțină ceară de albine, lăsat să se solidifice și să se răcească într-un cîmp electric puternic. S-a constatat că sarcina electreților preparată pe această cale slăbește în cursul primelor zile și apoi rămîne constantă timp de luni sau chiar ani întregi dacă electrozii sînt scurtcircuitați.

Electreții a căror sarcină a fost lăsată să slăbească prin nescurtcircuitarea electrozilor săi își pot recăpăta complet sarcina inițială, lăsîndu-i o perioadă oarecare cu scurtcircuitul aplicat. O altă proprietate interesantă a electreților este că, dacă cîmpul polarizator este foarte puternic, sarcina inițială scade la zero, polaritatea se inversează și se reface. Polaritatea inițială este de așa natură încît suprafața electretului cea mai apropiată de electrodul pozitiv se încarcă negativ. Sarcina cu acest semn este cunoscută sub denumirea de eterosarcină, iar sarcina care urmează inversării polarității este denumită homeosarcină. Un disc de 0,32 cm grosime din Lucete a fost transformat dintr-un electret sub un potențial de 6 kV la o temperatură de 155°C. Eterosarcina inițială a slăbit pînă la zero după circa 70 de ore și a început să se formeze homeosarcina. La 300 de ore, homeosarcina a fost în mod deliberat distrusă prin cufundarea în apă. Ea s-a restabilit ulterior și a continuat să se formeze pînă cînd a fost limitată de descărcarea prin aer. În funcție de mecanismul de formare putem distinge termoelectreți la care materialul este solidificat și răcit în cîmpul electric; fotoelectreți, cînd asupra materialului iluminat se aplică un cîmp electric puternic. Se indică două metode de măsurare a sarcinii unui electret: prin inducție electrostatică, respectiv prin depolarizare completă și integrarea curentului de descărcare. În ambele cazuri se descriu schema folosită și rezultatele obținute pentru unele tipuri de electreți. Electreții își găsesc aplicații în telefonie, întrucît cercetătorii japonezi au fabricat microfoane cu electreți. De asemenea, electreții își găsesc o largă aplicare într-un generator electrostatic. Se mai pot folosi pentru fabricarea difuzoarelor electrostatice și a electrometrelor cu vibrații.

A. C.

CZ 621.319.42.014.33.027.8

Fertik, S. M. **Condensatoare de impuls de înaltă tensiune.** După culegerea de articole „Dezvoltarea construcțiilor de condensatoare de forță", Moscova, 1962, p. 142–148, 5 fig., 2 tab.

Condensatoarele de impuls de înaltă tensiune sînt destinate următoarelor instalații: generatoare de impuls de curent și tensiune, acumulatoare de energie pentru studii fizice etc. Tipurile realizate în U.R.S.S. au o capacitate cuprinsă între 0,002 și 20 μF și tensiuni de lucru între 25 și 500 kV. Construcția este realizată, în general, cu bobinaje presate. Cuvele sînt metalice cu izolatoare de porțelan sau de materiale izolante (pertinax și materiale plastice).

Un tip realizat în U.R.S.S. (KB MG) lucrează cu un gradient de potențial de 50 kV/mm, tensiunea pe secție variind între 8 și 15 kV. Tensiunea pe element de condensator este de 100 kV. Capacitatea totală este de 0,5 μF.

Durata de serviciu garantată este de 10 000 cicluri de încărcare-descărcare, prin descărcarea pe o rezistență de 2Ω.

Condensatoarele destinate instalațiilor de cercetare în domeniul fizicii pot fi grupate în trei categorii: a) lucrînd pe o sarcină echivalentă de cîteva zeci de ohmi; b) lucrînd pe sarcină inductivă de cîțiva nanohenry, și în fine c) condensatoare cu foarte mică inductivitate proprie. Unul dintre tipurile de la punctul c a fost realizat cu următoarele caracteristici: capacitatea 0,2 μF, tensiunea 50 kV, inductivitatea proprie de 60 cm, carcasa fiind de viniplast.

La un model mai perfecționat s-a redus inductivitatea proprie la cîțiva nanohenry.

A. B.

CRONICĂ

Sesiunea de comunicări a Institutului de energetică al Academiei R.P.R.

CZ 061.3 : 620.9 : 061.6

În zilele de 15—16 martie 1963 a avut loc sesiunea anuală de comunicări a Institutului de energetică, în care s-au expus rezultatele atinse de către institut și de către colectivele de cercetare în anul 1962. Sesiunea a fost deschisă printr-un cuvînt introductiv rostit de acad. prof. I. S. Gheorghiu, după care prof. dr. ing. Remus Răduleț a expus principalele realizări ale institutului în anul precedent, insistînd asupra soluțiilor tehnice cu o mare pondere economică, a căror aplicare în industrie și în exploatare este iminentă.

S-au prezentat apoi, în trei ședințe consecutive, 24 de comunicări din domeniile: energetică generală, electroenergetică, termoenergetică, mașini cu combustie internă, combustibili, procese de ardere.

Din comunicările care au contingențe cu tematica revistei noastre menționăm următoarele:

1. *Determinarea supratensiunilor la declanșarea liniilor în gol*, de G. Drăgan, I. Adămuț, M. Petcu (I. E.) și B. Popa, Al. Ionescu, M. Tendler (I.R.M.E.).

Supratensiunile interne datorite comutațiilor, punerilor la pămînt și fenomenelor de ferorezonanță au o pondere din ce în ce mai accentuată în stabilirea nivelelor de izolație și de protecție (coordonarea izolației) a instalațiilor electroenergetice, în special la tensiunile înalte folosite în liniile de transport. Dintre acestea, supratensiunile ce se produc la declanșarea liniilor în gol au o importanță deosebită, datorită duratei și frecvenței de apariție a lor.

În lucrare s-au prezentat rezultatele experimentărilor efectuate pe viu, obținute la declanșarea în gol a două linii de 110 kV, 70 și 140 km lungime, comutația avînd loc cu un întreruptor cu ulei puțin. S-a prezentat și determinarea supratensiunilor în acest caz prin metoda grafo-analitică Bergeron; se dau și patru expresii noi ale tensiunilor și curenților, deduse în ipoteza unei scheme echivalente mai complete formată dintr-o inductanță, o rezistență și o capacitate dinspre partea sursei și o linie cu parametrii uniform distribuiți.

În prelucrarea oscilogramelor s-au tratat și aspecte ale fenomenului de comutație în întreruptorul cu ulei pentru cazul analizat. Încercările experimentale au fost efectuate în colaborare cu I.R.M.E. și Electroputere.

2. *Determinarea soluțiilor optime ale unei serii unitare de transformatoare pe bază de considerente tehnico-economice*, de M. Bîrgăuanu, Crețu și C. Bălă.

S-a tratat în prima parte problema alegerii metodei de determinare a caracteristicilor seriilor de transformatoare de mare și foarte mare putere. Astfel, afară de condiția puterii nominale a unui transformator, s-a examinat influența tensiunii de scurtcircuit și influența încălzirii izolației asupra variantei optime.

Pe baza puterii și tensiunilor nominale, a tensiunii de scurtcircuit și a încălzirii, s-au stabilit soluțiile optime privind:

— solicitările electrice și magnetice din transformator;
— dimensiunile miezului și greutățile părților active;
— pierderile în înfășurări și în miez;
— costul de producție și costul anual.

În partea a doua a lucrării s-au aplicat metodele de calcul analizate pentru determinarea soluției optime a seriei unitare 6,3—63 MVA la 110 kV, stabilită de C.A.E.R. S-a considerat că miezul feromagnetic este realizat din tablă silicioasă laminată la rece, iar înfășurările sînt executate cu conductor de aluminiu. În privința costurilor specifice, a duratelor de funcționare cu pierderile nominale și a timpului de recuperare s-au adoptat valorile uzuale cu limitele lor de variație acceptate în țara noastră. Pentru efectuarea calculelor s-a utilizat calculatorul cifric CIFA-2.

Din analiza rezultatelor se constată că încălzirea transformatorului nu reprezintă o condiție restrictivă la seria de transformatoare examinată, întrucît pierderile sînt mai reduse decît la cele executate în prezent.

3. *Studiul unei acționări sonice, cu motoare electromagnetice (transformator electronic)*, de M. Marinescu.

În lucrări anterioare a fost analizată problema „adaptării" motoarelor electromagnetice la acționarea diferitelor sarcini, ca: sarcini rezistive, aperiodice, periodice ș.a.

În comunicarea prezentată s-au stabilit condițiile pentru funcționarea optimă a acestor motoare în cazul unei sarcini sonice, constituită dintr-o coloană lichidă care acționează prin curenți sonici printr-o pompă sonică, producînd un debit constant de lichid ridicat la o anumită înălțime.

Folosind metoda „histerezei electromecanice" și teoria „rezonanței electromecanice la impuls", elaborată în lucrări anterioare, se stabilește relația dintre masa armăturii mobile a motorului, cursa, durata impulsului și lucrul mecanic, necesară pentru funcționarea în condiții optime (adaptabile). Această relație se stabilește, într-o primă etapă, pentru cazul rezonanței sonice.

În cazul general al existenței unor reactanțe diferite de zero, relația obținută pentru cazul rezonanței urmează să fie generalizată prin introducerea unui factor. Calculele efectuate și pentru acest caz general arată că valoarea acestui factor crește odată cu valoarea reactanțelor.

4. *Timpul de încălzire a barelor cilindrice profilate*, de A. Avramescu.

Durata încălzirii miezului unor corpuri cilindrice profilate introduse în ambianțe de temperaturi înalte sau supuse unor șocuri termice trebuie cunoscută pentru a putea economisi timp și energie în procese industriale metalurgice de încălzire și răcire.

Constanta de timp a încălzirii tranzitorii în axa corpului cilindric la aplicarea unei trepte unitare a temperaturii pe suprafața corpului este un parametru potrivit pentru aprecierea practică a încălzirii miezului. Această constantă, dedusă dintr-o integrare, se asimilează cu timpul de răspuns (cunoscut în automatică), care poate fi calculată exact fără a integra ecuațiile diferențiale ale cîmpului de temperatură.

Se deduce că un cilindru cu secțiune poligonală regulată sau neregulată se comportă la fel cu unul rotund avînd ca perimetru cercul cu suprafață egală.

Această relație dă posibilitate echivalării barelor de secțiune oarecare cu bare de secțiune poligonală, ale căror constante de timp sînt cunoscute. Rezultă relații simple pentru aprecierea exactă a încălzirii și răcirii miezului barelor profilate.

5. *Comandarea avansului la declanșarea scînteii electrice la motoarele de autovehicul în funcție de presiune*, de C. A. Vasilescu și I. Ștefan.

Ca urmare a analizei modului în care variază valoarea avansului optim la declanșarea scînteii electrice, cu turația la admisie totală și curba avansului la limita de detonație, se stabilește că la motoarele de turație ridicată este posibil să se folosească numai acțiunea depresiunii din conducta de aspirație, pentru a comanda variația avansului cu sarcina și turația. Se prezintă limitările ce pot fi aduse de calitatea necorespunzătoare a benzinei acestui mod de comandare a avansului. Deoarece variația avansului la declanșarea scînteii electrice este diferită de variația depresiunii în conducta de aspirație, se pune problema realizării unei regiuni în galeria de aspirație în care variația depresiunii să fie corespunzătoare. O analiză teoretică a procesului de curgere arată că există o asemenea posibilitate, datorită faptului că diferitele rezistențe la curgere determină variații diferite ale depresiunii cu debitul ce curge. În consecință, se propune să se studieze modul în care variază depresiunea la diferite regimuri ale motorului pe o instalație de suflare cu aer în regim permanent, prelucrarea datelor făcîndu-se în funcție de cifra Reynolds.

Comunicările au fost urmărite cu atenție de auditoriu, ceea ce a reieșit din discuțiile ce s-au purtat după comunicări.

Se poate afirma că, față de sesiunile trecute, prezenta sesiune a fost caracterizată printr-o apropiere și mai pronunțată față de problemele energetice concrete ale economiei noastre naționale.

Consfătuire privind răşinile epoxi fabricate în ţară

CZ. 061.3 :621.315.616.9 (498)

În ziua de 8 aprilie 1963 a avut loc în cadrul M. I. P. Ch. o consfătuire în legătură cu utilizarea răşinilor epoxi romîneşti, în diferite ramuri ale industriei noastre. La consfătuire au participat delegaţi din mai multe întreprinderi din ţară, reprezentînd mai ales sectorul electrotehnic şi al construcţiei de maşini precum şi specialişti din institute de cercetări şi proiectări. Consfătuirea a urmărit să analizeze rezultatele obţinute pînă în prezent atît în cercetare şi în producţie, cît şi la beneficiari, şi să informeze consumatorii asupra produselor care se fabrică sau se pot fabrica la cerere, în ţară.

În cadrul consfătuirii s-au prezentat mai multe referate, susţinute de specialişti din ICECHIM, Laboratorul central de lacuri şi cerneluri, Fabrica Getica, ICET, FCME, UEPC, ITCME. Din cadrul sectorului electrotehnic, trei referate au tratat probleme de aplicaţii ale răşinilor epoxi în sectorul electrotehnic, şi anume :

— Folosirea răşinilor epoxidice în construcţia maşinilor electrice de mare putere, ing. *A. Bercu* de la ICET ;

— Răşini epoxidice folosite la fabricarea materialelor electroizolante presate în plăci şi cilindri cu suport de ţesătură de sticlă, ing. *V. Lică* de la FCME ;

— Utilizarea răşinilor epoxidice de turnare la UEPC, ing. *N. Simonetti*.

În primele două referate s-au expus probleme privitoare la utilizarea de noi tipuri de răşini epoxidice, care pînă în prezent nu se fabrică în ţară, şi anume : răşini cu viscozitate foarte mică şi caracteristici electrice superioare, adecvate pentru impregnări de bobinaje şi stratificate cu ţesături de sticlă.

Ing. *N. Simonetti* a arătat, în referatul susţinut, experienţa dobîndită în tehnologia turnării de transformatoare de măsură cu răşină araldit B, tehnologie care va trece în cursul acestui an pe răşină romînească DINOX 110*.

La discuţii s-au ridicat aspecte legate de aplicaţiile răşinilor romîneşti în sectorul electrotehnic.

Din partea ICET, ing. *M. Mihăiescu* a prezentat cîteva realizări în domeniul aplicaţiilor răşinilor de turnare. S-au expus lucrări în care răşina epoxidică a fost întrebuinţată fie ca liant pentru diverse pulberi anorganice, în scopul obţinerii de rezistenţe liniare, neliniare, piese izolatoare etc., fie ca masă de înglobare de bobine, eclatoare, descărcătoare, izolatoare etc. În toate aceste aplicaţii s-a utilizat răşina romînească DINOX 110 cu umplutură de cuarţ.

Tot la discuţii, M.I.P.Ch. a propus ca, pentru satisfacerea necesităţilor semnalate la consfătuire, cercetările efectuate la ICECHIM, la faza de laborator, să treacă în fază pilot, pentru un nou tip de răşină DINOX 010 superioară răşinii DINOX 040.

De asemenea, s-a arătat că este necesar să se pună la dispoziţia beneficiarilor o documentaţie tehnică care să facă cunoscute caracteristicile produselor şi posibilităţilor lor de utilizare.

Din partea M.M.C.M., ing. *C. Constantinescu* de la D.G.T. a făcut propuneri privind desfăşurarea în continuare a problemei răşinilor epoxidice în ţara noastră — în special în domeniul electrotehnic, propuneri care au servit la întocmirea recomandărilor consfătuirii.

Lucrările consfătuirii s-au concretizat într-un plan de măsuri pentru M.I.P.Ch. şi M.M.C.M., privitor la continuarea cercetărilor şi măsurilor în vederea aplicării pe o scară largă a noilor produse, a lărgirii sortimentului, precum şi la o colaborare mai strînsă între M.M.C.M. şi M.I.P.Ch., în vederea realizării sarcinilor care le revin

M. M

* *Gh. Baş'iurea* şi *Gh. Nistor* „Transformatoare de curent izolate în răşini de turnare". În : Electrotehnica, **11**, nr. 2, 1963, p. 58—66.

SCURTE ŞTIRI

„Ecran" care vede întregul Donbas. Alături de tabloul principal de comandă a sistemului „Donbassenergo" este instalată maşina electronică „ecran". Ea planifică în mod automat modul de lucru al uzinelor electrice din Donbas pentru fiecare oră şi pe următoarele 24 ore. Creatorii ecranului l-au înzestrat cu proprietatea de „a vedea" întregul sistem energetic de producere şi de transport al energiei spre oraşele şi întreprinderile Donbasului împrăştiate pe o suprafaţă de zeci de mii de kilometri pătraţi.

Privind grafic sarcina de elaborare a repartiţiei puterilor şi a energiei pe următoarele 24 ore, maşina ecran indică dispecerului care centrală poate fi încărcată pînă la sarcina maximă şi ce agregate trebuie să fie descărcate

(**Izvestia** nr. 58/9.3.1963).

Progrese în electrotehnică. La uzina „Elektroteajmaş" s-a construit şi s-a încercat cel de-al 25-lea turbogenerator de 200 MW. Puterea totală a acestor generatoare este de 5 GW, adică peste trei planuri GOELRO. Multe agregate de acest fel lucrează la cele mai mari uzine termoelectrice din U.R.S.S., iar două maşini de acest tip au fost instalate la uzina termoelectrică din Turov în R.P.Polonă.

O notă caracteristică a acestor agregate constă în siguranţa mare în exploatare şi randamentul ridicat. Totodată, consumul specific de combustibil pe kilowatt-oră este cel mai scăzut pe ţară.

În aceste zile, la „Elecktroteajmaş" domneşte o atmosferă de mare avînt. Se elaborează proiectul de execuţie a unui turbogenerator gigant de 500 MW. În secţiile uzinei se desfăşoară lucrările de construcţie a prototipului generatorului de 500 MW, în care se va aplica răcirea cu apă a tuturor bobinajelor.

(**Izvestia** nr. 49/27.2.1963)

Uzina atomo-electrică de pe Urali. În Munţii Urali se construieşte uzina atomoelectrică „Beloiarskaia" — I. V. Kuraciatov. Se termină montajul reactorului şi asamblarea turbinei primului bloc de 100 MW. La sfîrşitul anului 1963, uzina va fi dată în exploatare şi va fi conectată în sistemul Urali.

(**Izvestia** nr. 48/26.2.1963).

Evoluţia hidroenergeticii în Uniunea Sovietică. Prima hidroconstrucţie sovietică U.H.E. „Volhovskaia" a fost construită în opt ani şi a fost dată în funcţiune la 19 decembrie 1926. Puterea ei este de 56 MW.

În aprilie 1932 s-a dat în exploatare primul agregat al U.H.E. — V. I. Lenin de pe Nipru. Puterea totală a acestei uzine este de 562 MW.

În perioada postbelică s-a început construcţia cascadei uzinelor hidroelectrice de pe Volga. În anul 1958 s-a dat în exploatare U.H.E. — V. I. Lenin de pe Volga, cea mai mare din lume, cu puterea de 2 300 MW.

În septembrie 1961 s-a dat în funcţiune U.H.E. „Congresul al XXII-lea al P.C.U.S.", de pe Volga, cu o putere de 2 530 MW. Întîietatea în lume a preluat-o această uzină.

În al treilea an al planului septenal s-a început construcţia celei mai mari U.H.E. din Asia meridională, „Nurenskaia" de pe fluviul Vahşa. Aici se vor instala nouă turbine de cîte 310 MW.

În toamna anului 1961 s-a dat în funcţiune primul agregat din U.H.E. de la Bratsk de pe Angara, iar la sfîrşitul anului 1962 aici s-a dat în funcţiune al zecelea agregat. După darea în funcţiune a tuturor agregatelor, uzina va avea puterea de 4 500 MW.

Gigantul hidroenergetic în construcţie de pe Enisei, U.H.E. — „Krasnoiarskaia", va avea puterea de 5 000 MW. La această uzină urmează să se instaleze zece agregate de cîte 500 MW fiecare.

Programul P.C.U.S. prevede ridicarea producţiei de energie electrică în anul 1970 pînă la 900—1 000 miliarde, iar în anul 1980, pînă la 2 700—3 000 miliarde kolowatt-ore.

(**Pravda** nr. 83/24.3.1963)

Cea mai mare uzină hidroelectrică din lume — „Krasnoiarskaia" U.H.E. — „Krasnoiarskaia" este prima dintr-o cascadă care constituie începutul pentru exploatarea resurselor enorme ale fluviului Enisei.

În uzină s-au prevăzut 12 agregate a cîte 500 MW, dintre care două sînt de rezervă, cu o putere totală de 6 000 MW, putîndu-se produce 20 miliarde kWh/an.

U.H.E. — „Krasnoiarskaia" va fi cea mai economică din lume. Cheltuielile specifice de investiţii pe 1 kW de putere instalată sînt de 1,8 ori mai mici decît la cele din Bratsk şi de 4 ori mai mici decît la U.H.E. — V.I. Lenin de pe Volga.

Lungimea barajului este de 1 060 m, iar înălţimea, de 130 m. Uzinele din Leningrad vor construi în acest an pentru U.H.E. — „Krasnoiarskaia", trei hidroturbine de cîte 500 MW care vor fi transportate pe canalul Marea Baltică — Marea Albă, pe calea maritimă spre Enisei. „Krasnoiarskaia" va fi o uzină automatizată şi telecomandată. Energia electrică debitată va fi transmisă prin staţiile de ridicare a tensiunii, sub două tensiuni: 220 şi 500 kV.

(**Pravda** 84/25.3.1963).

A doua uzină hidroelectrică de pe Enisei „Saianskaia". În strîmtoarea Sumihinskaia de pe Enisei se construieşte U.H.E. — „Krasnoiarskaia", iar în raionul Suşenskii, unde a locuit în timpul exilului V. I. Lenin, cercetătorii îşi termină lucrările de recunoaştere. Ei au cules datele care vor permite proiectarea U.H.E. — „Saianskaia". Această uzină va fi a doua de pe Enisei şi va fi sora mai mică a uzinei „Krasnoiarskaia". Se proiectează înzestrarea ei cu opt agregate, însă puterea lor va fi considerabil mai mare decît cea a agregatelor din „Krasnoiarskaia", şi anume între 600—700 MW. Puterea totală instalată a U.H.E. — „Saianskaia" este planificată să fie de 6 000 MW, iar producţia de energie electrică va fi de 23 miliarde kilowaţi-ore, adică cu 3 miliarde kilowaţi-ore mai mare decît producţia U.H.E. — „Krasnoiarskaia". U.H.E. — „Saianskaia" va depăşi, din punctul de vedere al indicilor economici, U.H.E. — „Krasnoiarskaia". Cheltuielile de investiţii vor fi recuperate în primii doi ani de exploatare.

Barajul acestui nod hidraulic va avea înălţimea de 225 m şi va crea un lac mare de acumulare, permiţînd navigaţia în partea superioară a fluviului Enisei, de la Minusinsk pînă la Kîzîl.

Darea în exploatare a acestei U.H.E. este proiectată pentru anul 1970, aniversarea a 100 de ani de la naşterea lui V. I. Lenin.

(**Pravda** nr. 84/25.3.1963)

Utilaj supragreu pentru Uzina hidroelectrică din Krasnoiarsk. Constructorii uzinei constructoare de maşini din Novo-Kramatorsk şi-au luat angajamentul ca să proiecteze în patru luni (în loc de nouă luni) o macara portantă supraputernică pentru U.H.E. din Krasnoiarsk. Doi asemenea uriaşi, cu o forţă de ridicare de 500 t fiecare, vor ajuta pe constructorii hidraulici să efectueze montajul turbinelor celor mai mari din lume. Aceste mecanisme de ridicat vor servi, de asemenea, pentru deschiderea şi închiderea ecluzelor.

Constructorii de maşini din Novo-Kramatorsk execută cu entuziasm şi alte comenzi pentru măreaţa construcţie. În colaborare cu uzina metalurgică din Leningrad, ei construiesc turbine unice de 500 MW putere; se termină pregătirea utilajului pentru arborele primului agregat de acest fel. Greutatea unei piese turnate de acest fel va atinge 150 t. Arbori de asemenea proporţii n-au mai fost construiţi în uzină.

Pînă la sfîrşitul anului, la această întreprindere se vor fabrica patru arbori, circa 150 palete ale aparatului de ghidare, şi alte utilaje.

(**Izvestia** nr. 77/31.3.1963)

În cinstea măreţei zi de 1 Mai. Constructorii de turbine de la uzina metalurgică din Leningrad au început prelucrarea, la strungul tip carusel, a statorului primei turbine pentru U.H.E. din Krasnoiarsk. Această construcţie uriaşă de oţel cîntăreşte 240 t, iar diametrul ei depăşeşte 12 m.

(**Izvestia** nr. 75/29.3.1963).

O nouă uzină în Georgia. S-a dat în funcţiune U.H.E. — „Hramghes-2", conectată în sistemul energetic transkaukazian. Această uzină hidroelectrică este construită în Georgia orientală, aproape de oraşul Tetri Tkaro — Izvorul alb. Totuşi, construcţia a fost neobişnuit de grea, întrucît această U.H.E. este amplasată sub stînci. Două turbine se învîrtesc sub presiunea apei care vine aici printr-un tunel de aducţiune de 14 km, iar apa, înainte de a ajunge la agregatele construcţiei noi, a învîrtit deja turbina „Hramghes-1", construită cu cîţiva ani în urmă.

Toate mecanismele sînt comandate în mod automat. Pentru a le pune în funcţiune trebuie să se apese pe un buton. Puterea sistemului transkaukazian a sporit astfel cu 110 MW.

(**Izvestia** nr. 74/28.3.1963).

RECTIFICARE

la articolul **„Calculul parametrilor înfăşurărilor de amortizare ale maşinilor sincrone cu poli aparenţi** de *A. Nicolaide*, publicat în Electrotehnica, **11** (1963) 1, 1—10.

Relaţia (25) se va citi:

$$2S_{dk} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \cdot \frac{2}{k_d^2}\left[\frac{1}{2}(k_{1d} + k_{d_2} + \ldots + k_{Nd})^2 + \right.$$

$$\left. + (k_{2d} + \ldots + k_{Nd})^2 + \ldots + (k_{Nd})^2\right].$$

În relaţiile (26), (30), (35), (36), (43), (48), înaintea ultimului termen din paranteza dreaptă trebuie pus semnul +.

În relaţia (41) în loc de kg se va citi k_q.

La schema din figura 6, în ramura a doua, notaţiile sînt următoarele (de sus în jos):

$$r_{Dd},\ x_{sDd} \text{ şi } -(x_{Df} - x_{ad})$$

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 026.002 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică nr. 2, str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2190.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONTI 1883 ORSZÁGOS

SOMMAIRE

CD 621.312.003.1

Areşteanu, H. : **L'augmentation de la productivité du travail dans l'industrie électrotechnique.**

Electrotehnica **11** (1962), 6, p. 201 – 209

On explique l'importance de l'augmentation de la productivité du travail dans l'industrie électrotechnique et on expose les méthodes utilisées pour l'établissement du plan concernant cette productivité.

CD 621.313.322.011.1

Nedeicu, V. : **Sur la forme écrite des équations générales de la machine synchrone.**

Electrotehnica **11** (1963), [illegible] p. 209 – 214

L'auteur étudie les vecteurs espace-temps représentatifs des grandeurs du stator, grandeurs dont la corrélation est établie par l'équation vectorielle unique des tensions du stator ; à la limite, cette équation doit vérifier le régime de fonctionnement pris comme référence. En procédant ainsi, on démontre que la forme écrite de la loi de l'induction électromagnétique et le choix du signe positif de l'axe q par rapport à l'axe d ne modifient pas, dans le système d, q, o, la forme des équations. L'auteur déduit que le nombre des variantes qui satisfont le régime de référence est de 8 : 4 pour le générateur, et de 4 pour la machine synchrone.

CD 621.313.323.044.53.004.13

Nicolaide, A. et *D[illegible]escu, O.* : **Les caractéristiques de démarrage des moteurs synchrones à pôles saillants massifs.**

Electrotehnica **11** (1963), 6, p. 215 – 225

On présente une étude des caractéristiques de démarrage des moteurs synchrones à pôles massifs. On examine les rotors avec ou sans anneaux de connexion. Une nouvelle méthode de calcul pour les caractéristiques de démarrage, plus exacte que celles déja connues, est indiquée et on compare les résultats des calculs avec les résultats des essais faits sur plusieurs machines. On constate une concordance satisfaisante entre les résultats des calculs et ceux des essais.

CD 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Vasilescu, A. : **L'influence des câbles de haute tension sur le courant d'excitation et sur la stabilité des générateurs qui les alimentent.**

Electrotehnica **11** (1963), 6 , p. 225 – 230

L'auteur examine l'influence, sur les générateurs synchrones de grande puissance, des câbles qui transmettent l'énergie électrique aux récepteurs.

COMPTES RENDUS, 231 – 233
DOCUMENTATION 233 – 237
CHRONIQUE, 238 – 239
BRÈVES NOUVELLES, 239 – 240

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3 ELECTROTEHNICĂ

CZ 621.3.014.31.064.1

Segalz, U. : **Influența tensiunii de arc asupra curentului de scurtcircuit.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-B) **14**, nr. 19, 17 sept. 1962, p. 520—527, 18 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.3.066.6 : 621.315.551

Lisov, E.N. : **Despre evaluarea proprietăților materialelor conductoare pentru dispozitive de contact, care comută circuitele electrice.** În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 10, oct. 1962, p. 48—51.

CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.001.24 : 681.14—523.8

Frohne, H. : **Raționalizarea proiectelor de mașini electrice utilizînd calculatrice digitale automate.** În Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 2, 28 ian. 1963, p. 49—57, 10 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ 621.313.048.81 : 620.172

Kulakovski, B.V. : **O metodă pentru determinarea bazelor caracteristicilor mecanice ale izolației mașinilor electrice.** În : Elektricestvo **83**, nr. 10, 1962, p. 27—32, 8 fig., 8 ref. bibl.

CZ 621.313.17 : 621—523.2

Zusman, G.V. și *Ratmirov, A.V.* **Motoare pas cu pas în instalațiile de comandă cu program.** În : Elektricestvo **83**, nr. 10, 1962, p. 37—47, 8 fig., 4 tab.

CZ 621.313.32.044.52.001.24 : 681.14.001.57

Hannakam, L. **Imaginea mașinilor homopolare saturate cu calculator electronic analog.** În : Elektrotech. Z. (ETZ-A) 84, nr. 2, 28 ian. 1963, p. 33—39, 8 fig.

CZ 621.313.322.044.53.013.8

Palastin, M.L. ș.a. **Generatoare sincrone cu poli aparenți cu excitație mixtă.** În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, 1962, p.17—23, 6 fig., 2 tab., 4 ref. bibl.

CZ 621.313.325.013.8

Kulsevalov, M. V. **Caracteristicile relative și proprietățile comparative ale mașinii reactive sincrone.** În : Elektricestvo **82**, nr. 10, 1962, p. 52—55, 8 fig., 4 ref. bibl.

CZ 621.313.333.016.1

Freise, W. și *Jordan, H.* **Momente pendulare în cazul cuplajelor disimetrice de stator și rotor ale mașinilor trifazate asincrone.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 1, 14 ian, 1963, p. 22—26, 8 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.313.333.029.43

Urinobskii, S.D. : **Particularitățile motoarelor asincrone cu frecvență mărită.** În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, 1962, p. 8—12, 3 fig.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE. TRANSFORMATOARE. CONVERTIZOARE. REDRESOARE

CZ 621.314.2.045.1 : 621.335.1

Brailov, P.V. : **O metodă simplă pentru selectarea transformatoarelor de traețiune de mari puteri, după uzura izolației.** În : Elektricestvo **83**, nr. 10, 1962, p. 47—52, 4 fig., 3 tab., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.21.016.34

Kemmer, A. : **Dispozitive de supraveghere a îmbătrînirii și a rezervei de securitate a transformatoarelor.** În : Elektrizitätswirtsch. **61**, nr. 24, 20 dec. 1962, p. 906—908, 2 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.314.214

Raupach, F. : **Un nou transformator de reglare pentru rețea trifazată.** În : Elektrizitätswirtsch. **61**, nr. 24, 20 dec. 1962, p. 899—903, 10 fig.

CONTENTS

DC 621.312.003.1

Areşteanu, H. : **Increase of the Labour Productivity in the Electrotechnic Industry.**

Electrotehnica **11** (1963), No. 6, p. 201–209

The importance of increasing labour productivity in the electrotechnic industry and the methods used in planning the productivity of labour in the electrotechnic industry are exposed.

DC 621.313.322.011.1

Nedelcu, V. : **Concerning the form of the General Equations of the Synchronous Machine.**

Electrotehnica **11** (1963), No. 6, p. 209–214

The paper introduces the representative space and time vectors of the stator's parameter, which are correleted through the stator's unique vectorial equation ; the condition that at the limit this equation must check the reference working system is imposed. Proceeding that way it is shown that the form in which the law of electromagnetic induction is written and the choice of the positive sign of the axis q in relation to the axis d does not influence the form of the equations in the system d, q, o, Thus, it results that the number of variants satisfying the reference system is 8 : 4 for the generator machine and 4 for the synchronic motor machine.

DC 621.313.323.044.53.004.13

Nicolaide, A. and *Drăgănescu, O.* : **Starting Performances of Synchronous Motors with Salient Unlaminated Poles.**

Electrotehnica **11** (1963), No. 6, p. 215–225

The paper studies the starting performance of synchronous motors with unlaminated polar pieces. The case of rotors without connexion rings, as well as the case of rotors with connexion rings are studied. A new method of calculation of the starting performances, more precise than those already known, is deduced and compared with the results of the experimental tests on several machines. A satisfying concordance between the results of the experimental tests and of the calculation is ascertained.

DC 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

Vasilescu, A. : **Influence of the High Tension Cables on the Excitation Current and on the Stability of the supplying Generators.**

Electrotehnica **11** (1963), No. 6, p. 225–230

The influence of high tension cable network on the design of exciting devices of synchronous high power generators is discussed.

BOOKS REVIEW, 231–233
REPORTS, 233–237
CHRONICLE, 238–239
BRIEF NEWS, 239–240

CZ 621.315 TRANSMISIUNEA ENERGIEI ELECTRICE. LINII. CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.1.011.4.001.24

Kulshreshtha, O.P. : **Utilizarea conductorului de înlocuire în calculele de capacitate a liniilor aeriene.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 27, 31 dec. 1962, p. 922—924, 4 fig., 1 tab.

CZ 621.315.625.9 : 621.319.4

Pereselenter, F.I., Proskunnin, P.V. și *Medvedeva, S.A.* : **Folosirea lichidelor sintetice de impregnare pentru condensatoare de forță care funcționează la temperaturi joase.** În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, 1962, p. 35—39, 7 fig., 1 tab., 7 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAȚIE. ÎNTRERUPTOARE. DISPOZITIVE DE PROTECȚIE

CZ 621.316.542.064.45 : 621.3.015.4

Cihelka, J. și *Husa, V.* : **Influența frecvenței proprii a tensiunii tranzitorii asupra capacității de rupere a întreruptoarelor cu aer comprimat.** În : Elektrotechn. u. Maschinenbau **80**, nr. 2, 15 ian. 1963, p. 33—39, 15 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.316.57.027

Hochrainer, A. : **Tensiunea tranzitorie și eforturile dijonctoarelor.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 27, 31 dec. 1962, p. 916—918, 2 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317.318 : 621.3.013

Weiss, A. : **Asupra noțiunii de sarcină electrică și a cimpului de deplasare.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 1, 14 ian. 1963, p. 13—15, 7 ref. bibl.

CZ 621.317.333.8 : 621.314.21/22.08

Auth, W. : **Încercarea transformatoarelor de putere și de măsură la tensiunea de șoc.** În : Elektrizitätswirt. **61**, nr. 22, 20 nov. 1962, p. 833—840, 12 fig., 23 ref. bibl.

CZ 621.317.333.8 : 621.316.933.1

Baatz, H., Böcker, H. și *Fischer, A.* : **Asupra evoluției de perforație prin șoc în cazul eclatoarelor cu tije.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 27, 31 dec. 1962, p. 909—916, 15 fig., 2 tab., 21 ref. bibl.

CZ 621.365 GENERAREA CĂLDURII PRIN ELECTRICITATE. ELECTROCĂLDURĂ

CZ 621.365.22.016.45

Danuis, B.Je. și *Jilov, M.G.* : **Mărirea cosinusului φ al cuptoarelor electrice de mare putere cu trei electrozi.** În : Vestn. Elektroprom. **33**, nr. 8, 1962, p. 60—66, 5 fig., 2 tab., 6 ref. bibl.

CZ 621.365.29 : 533.9 : 621.365.91

Wandler, F. : **Arzător cu „plasmă" de arc electric, o nouă sursă de căldură de temperaturi înalte.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **83**, nr. 23, 5 nov. 1962, p. 773—776, 5 fig., 1 tab., 23 ref. bibl.

CZ 621.372 PROPAGAREA DIRIJATĂ A OSCILAȚIILOR ELECTRICE

CZ 621.372.4.015.4

Gooze, G.A. : **Despre condițiile de apariție a rezonanței de tensiune la toate armonicile în circuit neliniar.** În : Elektricestvo **83**, nr. 10, 1962, p. 55—57, 2 fig.

CZ 621.372.8.09

Piefke, G. : **Probleme de transmisie prin cable conductoare cruce.** În : Bull. ASE **53**, nr. 9, 5 mai 1962, p. 444—451, 10 fig., 6 ref. bibl.

silikonlack

Lacurile siliconice se utilizează ca liant în fabricarea plăcilor, benzilor şi stratificatelor izolante refractare de calitate superioară.
Lacurile siliconice elastice se aplică cu precădere la impregnarea conductoarelor sau bobinajelor înfăşurate cu fibre din sticlă sau a bobinajelor şi ţesăturilor cu fire din sticlă.
Maşinile care posedă izolaţie siliconică îmbătrînesc foarte lent şi sînt insensibile la suprasarcini mari şi la condiţii tropicale.
Se pot livra lacurile : L 150, L 151, L 152, L 565 (180°C), L 5088, 5089 (155°C).

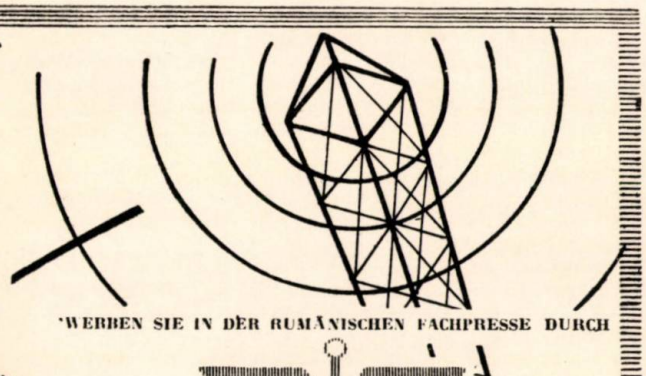
VEB CHEMIEWERK NÜNCHRITZ
Nünchritz über Riesa

FOR ADVERTISEMENTS IN RUMANIAN PERIODICALS APPLY TO.

PUBLICOM

Modern, efficient advertising in full progress of on the Rumanian market economic development

RUMANIAN PUBLICITY AGENCY
BUCHAREST, RUMANIA — B-DUL N. BĂLCESCU No. 22 — TEL.: 14.75.35



WERBEN SIE IN DER RUMÄNISCHEN FACHPRESSE DURCH

PUBLICOM

Moderne und wirksame aufstrebenden Reklame auf dem rumänischen Markt

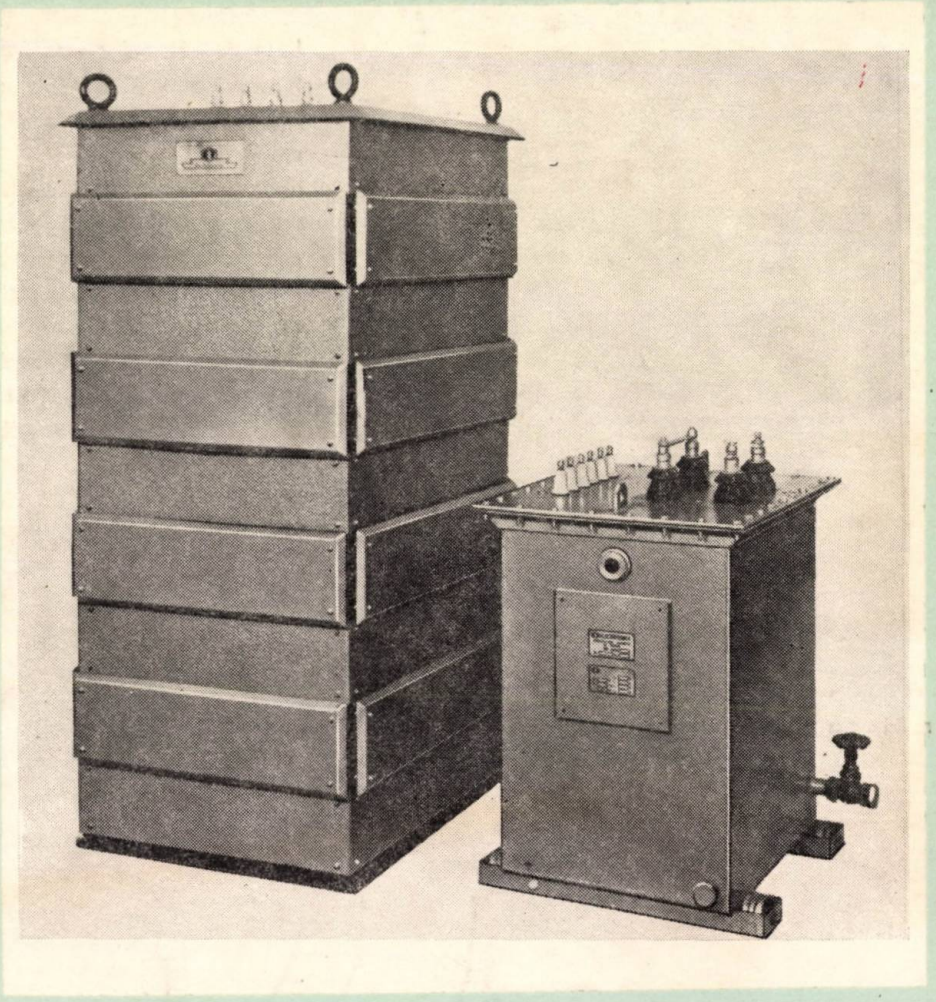
RUMÄNISCHE WERBEAGENTUR
BUKAREST, RUMANIEN — B-DUL N. BĂLCESCU 22 — FERNRUF : 14.75.35

FAITES VOTRE PUBLICITÉ DANS LA PRESSE ROUMAINE DE SPÉCIALITÉ EN VOUS ADRESSANT À

PUBLICOM

Réclame moderne, frappante, efficace, s'adressant au marché roumain en pleine évolution économique

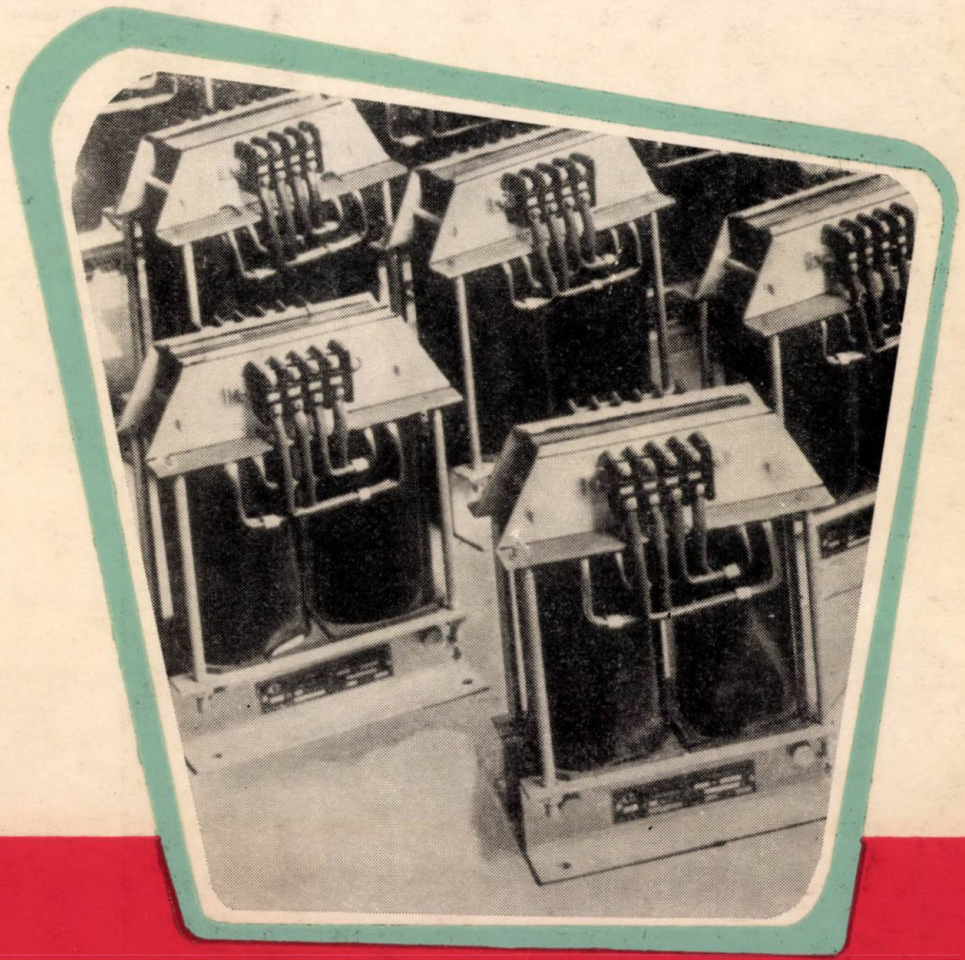
AGENCE ROUMAINE DE PUBLICITE
BUCAREST, ROUMANIE — B-DUL N. BĂLCESCO No. 22 — TEL. 14.75.35



E2040

R

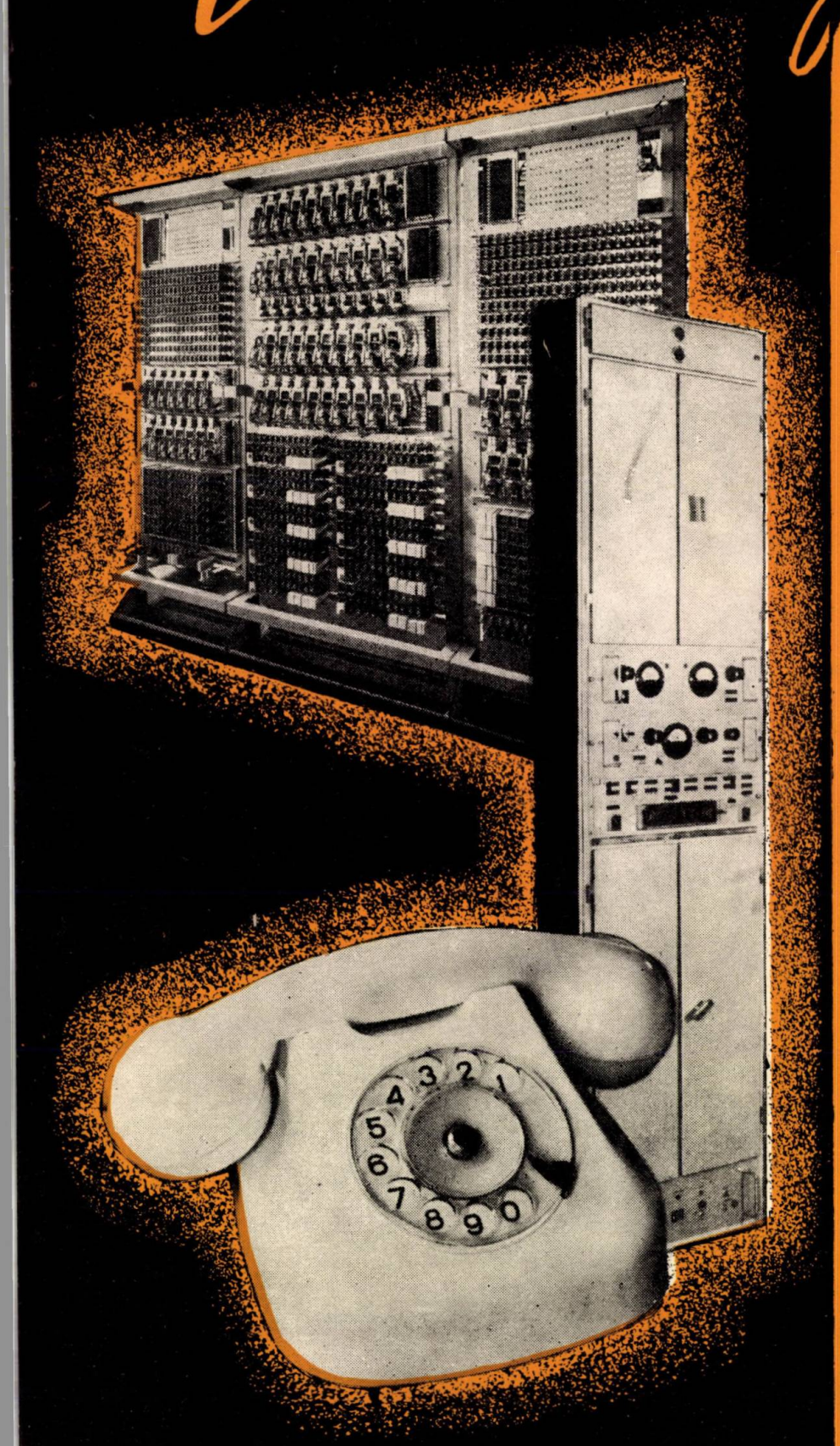
ELECTROTEHNICA



7

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 7 ★ p. 241—280 ★ iulie 1963

uzina Electromagnetica



INTREPRINDERE
DE ECHIPAMENT
ELECTROTEHNIC
BUCUREȘTI
Calea Rahovei nr 266 – 268

LIVREAZĂ:

- **Centrale telefonice automate**
- **Echipamente de curenți purtători**
- **Telefoane automate, B.C. și speciale**
- **Amplificatoare telefonice S.C.B.**
- **Elemente electronice de telecomandă și telecomunicații**

UEM

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 7 iulie 1963

CUPRINS

CZ 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Millea, A. : **Circuite stabilizatoare de tensiune alternativă cu rezistenţe neliniare inerţiale.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 241–250

Se calculează principalii parametri ai unor circuite neliniare avînd proprietatea de stabilizare a tensiunii alternative compuse din rezistenţe neliniare inerţiale şi din rezistenţe liniare. Calculul se bazează pe aproximarea caracteristicii rezistenţelor neliniare printr-o funcţie-putere care este verificată bine, mai ales în cazul rezistoarelor cu filament incandescent. Se deduc expresii simple ale raportului dintre tensiunea de ieşire şi tensiunea de intrare ale factorului de stabilizare, ale puterilor şi ale randamentului montajelor stabilizatoare în jurul punctului de funcţionare optim şi se dau metode şi relaţii de proiectare pentru a se obţine randamentul maxim. Se examinează apoi aceleaşi circuite în funcţiunea de „indicator de tensiune". Măsurile efectuate pe un montaj conţinînd lămpi cu filament de wolfram au dat rezultate apropiate de cele obţinute prin calcul.

CZ 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Birr, H. : **Avantajele şi limitele măsurării temperaturii cu rezistenţe semiconductoare.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 250–259

Considerînd avantajele şi dezavantajele măsurării de temperatură cu rezistenţe semiconductoare, se arată că acestea au cea mai mare sensibilitate dintre toate traductoarele electrice de temperatură. În lucrare se descrie construcţia unui traductor de temperatură şi se indică diverse posibilităţi de utilizare a rezistenţelor semiconductoare la măsurarea vitezei, presiunii şi umidităţii, precum şi limitele de aplicabilitate a acestor metode.

CZ 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

Marinescu, I. şi *Pănoiu, A.* : **Încercarea la putere de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune în circuit oscilant.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 259–265

Întrucît creşterea puterii de scurtcircuit a reţelei impune o creştere a puterii de rupere a siguranţelor de înată tensiune, s-au făcut încercări pe siguranţele de 200 MVA, construite în prezent în ţară pentru 400 MVA. Încercările efectuate în staţia de încercări de la ICET au scos în evidenţă unele deficienţe de ordin tehnologic şi constructiv, prin înlăturarea cărora se va asigura posibilitatea de deconectare a curenţilor de scurt circuit corespunzătoare puterii de 400 MVA şi în unele cazuri chiar mai mari.

CZ 621.318.22.017.32 : 538.213

Ianovici, M., Cosma, D., Drosu, M. şi *Rottenstein, B.* : **Contribuţii la studiul caracteristicilor magnetice ale unui oţel extra-moale pentru circuite magnetice cu cîmpuri intense.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 266–274

Se prezintă principalele caracteristici magnetice ale oţelului extra-moale elaborat pentru prima dată în R.P.R., în comparaţie cu caracteristicile materialelor străine de acelaşi gen. Se discută efectul tratamentelor termice asupra acestor caracteristici. Se prezintă şi cîteva date sumare asupra procesului metalurgic de elaborare a materialului. În încheiere, se prezintă performanţele obţinute cu un electromagnet pentru cîmpuri intense, construit din acest material.

RECENZII, p. 275–276
REFERATE, p. 277–278
CRONICĂ, p. 278–279
SCURTE ŞTIRI, p. 280

Fotografia de pe coperta I reprezintă cîteva transformatoare pentru circuite auxiliare de automatizare TCA-100: 1000 VA; 380/24—28—42 V şi 380/110 V, iar fotografia de pe coperta a IV-a un aspect de la fabricaţia tablourilor de comandă destinate unui laminor.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Millea A. : **Стабилизаторные цепи переменного напряжения с нелинейными инерционными сопротивлениями**

Electrotehnica, **11** (1963), 7, p. 241–250

Даётся расчёт основных параметров ряда нелинейных цепей, обладающих свойством стабилизации переменного напряжения, состоящих из нелинейных и линейных инерционных сопротивлений. Расчёт основан на апроксимировании характеристики нелинейных сопротивлений, хорошо проверенной степенной функцией, особенно, для случая резисторов с нитью накала. Даётся вывод простых выражений отношения выходного и входного напряжений коэффициента, стабилизаций, мощностей, полезного действия нестабилизаторных схем вокруг точки оптимальной работы, также даются проектные методы, с целью получения максимального коэффициента полезного действия.

Проведенные опыты на схеме с вольфрамовыми лампами дали приближённые результаты с расчётными.

ДК 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Birr H. : **Преимущества и пределы измерения температуры полупроводниковыми сопротивлениями.**

Electrotehnica, 11 (1963), № 7, стр. 250–259

В работе рассматриваются преимущества и невыгоды измерения температуры полупроводниковыми сопротивлениями и показывается, что эти сопровтивления обладают наибольшей чувствительностью среди всех электрических датчиков температуры. Для малых диапазонов температур они обладают наибольшей точностью, а также благодаря их малому сопротивлению можно пренебречь сопротивлением соединительных проводов. Их нелинейную характеристику T(R) можно линеаризовать между известными пределами простыми способами. В работе описывается конструкция датчика температуры и различные возможности применения полупроводниковых сопротивлений для измерения скорости, давления и влажности и указываются пределы применимости этих методов.

ДК 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

Marinescu, I. и *Pănoiu, A.* : **Испытание предохранителей высокого напряжения на разрывную мощность в колебательной цепи.**

Electrotehnica, **11** (1963), 7, p. 259–265

Учитывая, что рост мощности короткого замыкания вызывает рост разрывной мощности предохранителей высокого напряжения, были проведены испытания над предохранителями 200 мгва, выполняемые в настоящее время в РНР. Проведенные испытания на опытной станции ИЧЕТ выявили ряд недостатков технологического и конструктивного порядка, удалением которых будет обеспечена возможность отключения токов короткого замыкания соответствующих мощности 400 мгва, а иногда и более.

ДК 621.318.22.017.32: 538.213

Ianovici, M., Cosma, D., Drosu, M. и *Rottenştein B.*: **К изучению магнитных характеристик сверхмягкой стали.**

Electrotehnica, **11** (1963) 7, 266–274

В статье представляются важнейшие магнитные характеристики сверхмягкой стали, в сопоставлении с характеристиками зарубежных материалов того же рода. Обсуждается влияние термических обработок на эти характеристики. Даются и некоторые краткие сведения о металлургическом процессе плавки материалов. В заключение показываются достижения, полученные с электромагнитом, сконструированным из этого материала, для сильных полей.

РЕЦЕНЗИИ, стр. 275–276

РЕФЕРАТЫ, стр. 277–278

ХРОНИКА, стр. 278–279

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, стр. 280

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Millea, A. : **Wechselspannung stabilisierende Stromkreise mit unlineären Trägheitswiderständen.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, S. 241–250

Es werden die Hauptparameter einiger nichtlinearen aus unlineären Trägheitswiderständen und aus lineären Widerständen bestehenden Stromkreise, berechnet, welche die Eigenschaft haben, die Wechselspannung zu stabilisieren. Die Berechnung gründet sich auf die Approximation der nichtlinearen Widerstände mittels einer Leistungsfunktion, welche insbesondere im Falle der Widerstände mit Glühfaden, genau überprüft ist. Einfache Ausdrücke des Verhältnisses zwischen Ausgangsspannung und Eingangsspannung des Stabilisierungfaktors, der Leistungen und des Wirkungsgrades der stabilisierenden Schaltungen um den optimalen Arbeitspunkt werden abgeleitet und die nötigen Methoden und Entwurfsverhältnisse angegeben, um den höchsten Wirkungsgrad zu erlangen. Es werden darauf dieselben Stromkreise in Funktion eines „Spannungsindikators" geprüft. Die Messungen welche an einer Schaltung ausgeführt wurden, welche mit Wolframheizfäden versehene Lampen enthielt, ergaben annähernd dieselben Resultate wie diejenigen mittels Berechnung erhaltenen.

DK 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Birr, H. : **Vorteile und Grenzen von Temperaturmessungen mit Halbleiterwiderständen.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, S. 250–259

Aus der Untersuchung der Vor- und Nachteile von Temperaturmessungen mit Halbleiterwiderständen geht hervor, dass diese unter sämtlichen elektrischen Temperaturübertragern die grösste Empfindlichkeit besitzen. Für geringe Temperaturbereiche ist grösste Genauigkeit gegeben. Infolge ihrer grossen Widerstände kann der Anschlusswiderstand ausser Acht gelassen werden. Halbleiterwiderstände können für Temperaturbereiche zwischen 100 und 300°C gebraucht werden, also in wesentlich kleinerem Bereich als der von Termoelementen und von Termometern mit metallischen Widerständen. Die mittleren Werte der Konstante H und der Dimensionen von Halbleiterwiderständen sind günstiger als die von Widerstandtermometern, werden aber teilweise von Termoelementen übertroffen. Ihre nichtlineare Charakteristik $R(T)$ kann zwischen gewissen Grenzen mit einfachen Mitteln linear überbrückt werden. Es wird der Bau eines Temperaturwertumformers beschrieben und die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Halbleiterwiderständen für Geschwindigkeits-, Druck- und Feuchtigkeitsmessungen mit Hinweis auf die Grenzen der Anwendbarkeit untersucht.

DK 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

Marinescu, I. und *Pănoiu, A.* : **Prüfung der Hochspannungssicherungen bei Ausschaltleistungen im Schwingungskreis**

Electrotehnica **11** (1963) 7, S. 259–265

Da der Anstieg der Kurzschlussleistung einen Anstieg der Ausschaltleistung fordert, wurden Prüfungen an den gegenwärtig im Lande hergestellten Sicherungen für 200 MVA und 400 MVA unternommen. Die in der Prüfungsstation des ICET unternommenen Versuche haben einige technologische und konstruktive Fehler zum Vorschein gebracht, durch deren Beseitigung die Möglichkeit der Ausschaltung der Kurzschlussströme, welche der Leistung von 400 MVA und sogar noch mehr entsprechen, gesichert sein wird.

DK 621.318.22.017.32 : 538.213

Ianovici, M., Cosma, D., Drosu, M. und *Rottenstein, B.* : **Beiträge zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften weicher Stähle.**

Electrotehnica, **11** (1963) 7, S. 266–274

Es werden die bedeutendsten Eigenschaften besonders weicher Stähle im Vergleich mit ausländischen Stählen entsprechender Qualität erörtert. Die Wirkung der thermischen Behandlung auf die Eigenschaften, kurze Angaben über das angewendete Erzeugungsverfahren sowie die von einem aus diesem Stahl hergestellten Elektromagneten mit intensiven Feldern erzielten Ergebnisse werden erörtert.

BUCHBESPRECHUNGEN, S. 275–276
REFERATE, S. 277–278
CHRONIK, S. 278–279
KURZBERICHTE, S. 280

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 7 Bucureşti, iulie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1833

Circuite stabilizatoare de tensiune alternativă cu rezistenţe neliniare inerţiale

Aurel Millea*

CZ 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Stabilizarea tensiunilor alternative se cere nu numai pentru alimentarea instalaţiilor de forţă, dar şi a circuitelor de măsură şi încercare în laboratoare. În acest scop, dispozitivele în punte cu rezistenţe neliniare au unele avantaje faţă de stabilizatoarele de alte tipuri care reies clar din lucrarea de faţă. Astfel de dispozitive se pot utiliza şi ca indicatoare de tensiune de mare sensibilitate.

Un mare număr de circuite simple, cuprinzînd rezistenţe liniare şi rezistenţe neliniare, au proprietatea de a stabiliza tensiunea, adică o variaţie relativă $\Delta U_1/U_1$ a tensiunii la intrarea lor produce o variaţie $\Delta U_2/U_2$ a tensiunii de ieşire mai mică în valoare absolută [1], [2]. Raportul dintre aceste două variaţii relative se numeşte factor de stabilizare (care este totdeauna supraunitar). Pentru stabilizarea tensiunilor alternative, cel mai cunoscut circuit de acest fel este puntea simetrică cu două rezistenţe liniare şi cu două rezistenţe neliniare, a cărei funcţionare este descrisă în literatura de specialitate [3], [4]. Pentru acest circuit s-au dat şi metode de calcul, prin folosirea surselor de tensiuni electromotoare echivalente [2], [5], [6], [7] sau alte metode [3], [8], [9], [10], fără a se indica modul de proiectare a circuitului.

În lucrarea de faţă se prezintă o metodă unitară de calcul pentru circuitul în punte amintit şi pentru încă două circuite: puntea cu o singură rezistenţă neliniară şi puntea cu două braţe cuplate inductiv, celelalte două braţe fiind formate dintr-o rezistenţă liniară şi dintr-una neliniară. De asemenea, se indică metode simple de proiectare a acestor circuite, cu exemple de calcul şi verificare experimentală.

* Ing. *A. Millea* este şef de laborator la Institutul de metrologie.

1. Rezistenţe neliniare inerţiale

1.1. *Rezistenţe neliniare inerţiale* se numesc acele elemente de circuit a căror rezistenţă variază cu tensiunea aplicată cu o întîrziere oarecare (*cu inerţie*), astfel încît dacă li se aplică o tensiune alternativă de valoare efectivă constantă şi de frecvenţă suficient de ridicată, rezistenţa lor va fi constantă. Datorită acestui fapt, rezistenţele neliniare inerţiale nu produc practic o deformare a curentului alternativ la frecvenţe suficient de înalte. Circuitele de curent alternativ, care cuprind rezistenţe neliniare inerţiale şi rezistenţe liniare pot fi calculate ca şi circuitele neliniare de curent continuu.

Cele mai uzuale rezistenţe neliniare inerţiale sînt termorezistenţele de diferite tipuri, în care variaţia rezistenţei are loc datorită încălzirii rezistorului de către curentul care îl parcurge. Inerţia rezistenţei se datoreşte, în acest caz, inerţiei termice a conductorului şi este determinată de forma, de dimensiunile şi materialul rezistorului, precum şi de condiţiile schimbului de căldură cu exteriorul. Orice conductor metalic are o rezistenţă cu neliniaritate inerţială, datorită variaţiei rezistivităţii cu temperatura. Acest efect este însă redus la rezistoarele obişnuite, fiind mai accentuat la rezistoarele cu filament incandescent (lămpi cu incandescenţă, baretoare) şi la unele rezistoare speciale din materiale semiconductoare

(termistoare, rezistențe cu coeficient de temperatură negativ etc.).

1.2. *Rezistoarele metalice în aer* au o caracteristică tensiune-curent a cărei expresie analitică poate fi dedusă din relația dintre rezistență și temperatură:

$$R = R_0 [1 + \mu (T - T_0)] = \frac{U}{I} \qquad (1)$$

și din relația dintre putere și temperatură:

$$P = \lambda (T - T_0) = UI \qquad (2)$$

(s-a neglijat pierderea de căldură prin radiație). În aceste relații T este temperatura conductorului, T_0 este temperatura mediului ambiant, iar R_0, μ, λ sînt constante.

Eliminînd pe $T - T_0$ din relațiile (1) și (2) se obține:

$$U = \frac{R_0 I}{1 - R_0 \frac{\mu}{\lambda} I^2} \qquad (3)$$

sau, dacă $R_0 \frac{\mu}{\lambda} I^2 \ll 1$:

$$U = aI + bI^3, \qquad (4)$$

unde $a = R_0$ și $b = R_0 \frac{\mu}{\lambda}$, adică o relație neliniară între curent și tensiune.

1.3. *Lămpile cu incandescență* (cu vid sau cu gaz inert) au particularitatea că disipă căldura aproape exclusiv prin radiație. Cu aproximație destul de bună se poate considera:

$$R = \nu T = \frac{U}{I}; \qquad (5)$$

$$P = \sigma T^4 = UI, \qquad (6)$$

unde ν, σ sînt constante. Eliminînd pe T din relațiile (5) și (6) se obține:

$$U = kI^n, \qquad (7)$$

unde $n = 5/3$, iar k este o constantă. Cercetări teoretice mai detaliate [13] privind caracteristicile lămpilor subtensionate au dus la expresii analoge, indicînd pentru exponentul n valoarea 1,8. Cercetările experimentale [3], [10], [11], [12] au arătat că relația (7) este verificată cu precizie relativ bună, coeficientul n fiind cuprins între circa 1,5—2 pentru majoritatea lămpilor cu filament de wolfram, în special la temperaturi de peste 1 000° K ale filamentului. La temperaturi scăzute ale filamentului (pentru tensiuni de 0,5—20% din tensiunea nominală), la unele lămpi exponentul n crește pînă la valori de ordinul 3—5, iar la altele rămîne aproape constant. În cazul lămpilor cu filament de cărbune, n este 0,65—0,80, la tensiuni de alimentare mici (sub 2—5% din valoarea nominală) tinzînd către 1.

Baretoarele au caracteristici care pot fi exprimate, pe porțiuni relativ mari, cu formula (7), în care exponentul n ia valori mai mari, în porțiunea normală de lucru depășind, de obicei, valoarea 10.

1.4. *Termistoarele* au caracteristici de formă mai complicată, a căror deducere teoretică este dificilă. Pe porțiuni mai mici ele pot fi aproximate prin formula (7) cu n variind în limite destul de largi (putînd fi și negativ) [12].

În concluzie, pentru analiza funcționării circuitelor cu rezistențe neliniare, în cazul unor variații în limite restrînse ale tensiunii aplicate, se poate folosi formula (7) cu precizie destul de bună. Exponentul n este egal cu raportul dintre rezistența diferențială R_d și rezistența în curent continuu R_{cc}, după cum se poate arăta ușor:

$$R_d = \frac{dU}{dI} = \frac{d}{dI}(kI^n) = nkI^{n-1} \qquad (8)$$

$$R_{cc} = \frac{U}{I} = \frac{kI^n}{I} = kI^{n-1} \qquad (9)$$

$$\frac{R_d}{R_{cc}} = \frac{nkI^{n-1}}{kI^{n-1}} = n. \qquad (10)$$

Determinarea exponentului n din caracteristica grafică tensiune-curent a elementului neliniar se poate face pe baza relației (10), ducînd tangenta la această curbă în punctul de funcționare considerat.

2. Circuite stabilizatoare de tensiune cu rezistențe neliniare

2.1. *O rezistență liniară în serie cu o rezistență neliniară* formează cel mai simplu circuit stabilizator de tensiune cu rezistențe neliniare (fig. 1). Pentru $n > 1$ tensiunea stabilizată

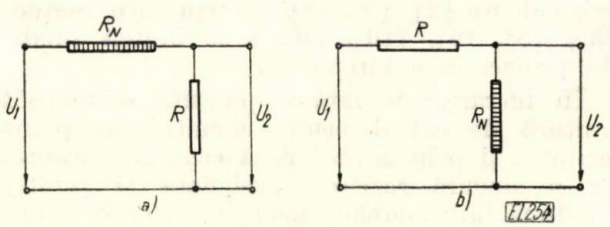


Fig. 1. Circuite stabilizatoare de tensiune cu o rezistență liniară R și o rezistență neliniară R_N:
a — pentru $n > 1$; *b* — pentru $n < 1$.

se obține la bornele rezistenței liniare, iar pentru $n < 1$, la bornele rezistenței neliniare. Caracteristica $U_2 = f(U_1)$ a acestor circuite se poate aproxima, în jurul unui punct mediu

de funcționare $U_1 = U_{10}$; $U_2 = U_{20}$, prin primii termeni ai seriei Taylor:

$$U_2 = U_{20} + \left(\frac{dU_2}{dU_1}\right)_0 (U_1 - U_0) + \\ + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2U_2}{dU_1^2}\right)_0 (U_1 - U_0)^2 + \cdots \quad (11)$$

Pentru ca tensiunea U_2 să varieze cît mai puțin cu U_1, termenii din relația (11) care conțin derivate și, în special primul dintre aceștia, trebuie să fie cît mai mici. În cazul montajelor din figura 1, derivata dU_2/dU_1 poate fi micșorată numai prin mărirea lui n (fig. 1, *a*), respectiv a lui $1/n$ (fig. 1, *b*) și prin micșorarea raportului U_2/U_1. Într-adevăr, un calcul simplu arată că între variația relativă a tensiunii de intrare și cea a tensiunii de ieșire există următoarele relații:
pentru montajul din figura 1, *a*:

$$\frac{\Delta U_2}{U_2} = \frac{1}{n-(n-1)\dfrac{U_2}{U_1}} \frac{\Delta U_1}{U_1}; \; n > 1; \quad (12)$$

iar pentru montajul din figura 1, *b*:

$$\frac{\Delta U_2}{U_2} = \frac{1}{1-(1-n)\dfrac{U_2}{U_1}} \frac{\Delta U_1}{U_1}; \; n < 1. \quad (13)$$

Rezultă că factorul de stabilizare nu poate fi mai mare decît n în primul caz, respectiv decît $1/n$ în al doilea caz.

2.2. *Montajele în care derivata* dU_2/dU_1 *se anulează* într-un anumit punct de funcționare dau rezultate mult mai bune. Asemenea montaje sînt reprezentate în figurile 2 *a*, 2 *b*, 2 *c* și au o caracteristică $U_2 = f(U_1)$ de forma celei din figura 2 *d*. Rezistențele liniare din aceste circuite sînt alese astfel încît tensiunea de ieșire să se anuleze la o anumită valoare a tensiunii de intrare, ceea ce se întîmplă în cazul în care rezistența în curent continuu R_{cc} a elementelor neliniare este egală cu rezistența R a elementelor liniare. În punctul S al acestor

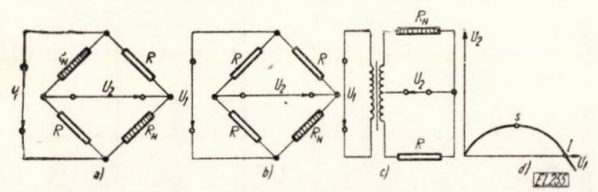


Fig. 2:
a, *b*, *c* – circuite stabilizatoare de tensiune; *d* – caracteristica circuitelor stabilizatoare de tensiune.

caracteristici, derivata dU_2/dU_1 este nulă și în jurul acestui punct există o plajă în care tensiunea U_2 variază relativ puțin, deci se obține o stabilizare bună. În acest caz, valoarea factorului de stabilizare este determinată de derivata a doua d^2U_2/dU_1^2 din expresia (11) și este, în general, ridicată, mai ales dacă abaterile tensiunii U_1 nu sînt prea mari.

3. Calculul parametrilor circuitelor stabilizatoare de tensiune

Principalii parametri ai circuitelor stabilizatoare de tensiune sînt raportul U_2/U_1 și factorul de stabilizare. În afară de aceștia, interesează raportul dintre tensiunea U_2 și tensiunea U_N la bornele rezistenței neliniare, relația dintre elementele montajului care asigură funcționarea în jurul punctului optim S, rezistența de intrare R_1 a circuitului, puterea absorbită și puterea cedată unei rezistențe r conectate la ieșire, randamentul, precum și condițiile care asigură un randament maxim. Toți acești parametri pot fi calculați — în cazul în care funcționarea are loc într-un punct apropiat de S de pe caracteristica $U_2 = f(U_1)$ — pornind de la ecuațiile Kirchhoff ale circuitelor în care se înlocuiește $U_N = kI_N^n$, I_N fiind curentul prin elementul neliniar. Eliminînd curenții din aceste ecuații se obține o relație de forma:

$$F(U_1, U_2) = 0 \quad (14)$$

între tensiunile de intrare și de ieșire. Ecuația (14), pentru un exponent n oarecare, este neliniară și nu permite explicitarea relației dintre U_2 și U_1, însă cu ajutorul ei pot fi calculați parametrii enumerați anterior. Condiția dU_2/dU_1 se scrie:

$$\frac{\partial F}{\partial U_1} = 0. \quad (15)$$

Din (14) și (15) se pot calcula expresiile tensiunilor U_1 și U_2 în punctul S și raportul lor, iar din (15) și din ecuațiile Kirchhoff se poate deduce o relație între rezistențele din circuit, care asigură funcționarea în punctul S.

Din (11), ținînd seamă că $dU_2/dU_1 = 0$, rezultă:

$$\frac{\Delta U_2}{U_2} \approx \frac{1}{2}\left(\frac{d^2U_2}{dU_1^2}\right)_S \left(\frac{U_1}{U_2}\right)_S \left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)^2. \quad (16)$$

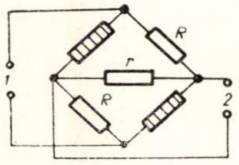
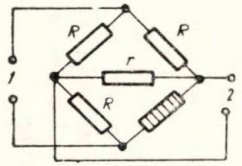
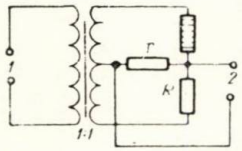
Este mai avantajos deci să se scrie relația dintre variațiile relative ale tensiunilor — care este parabolică — decît să se opereze cu factorul de stabilizare, deoarece acesta nu este constant, ci depinde de ΔU_1.

Introducînd în (16) expresia derivatei d^2U_2/dU_1^2 și ținînd seamă de (15) se obține:

$$\frac{\Delta U_2}{U_2} \approx -\frac{1}{2}\frac{\left(\dfrac{\partial^2 F}{\partial U_1^2}\right)_S}{\left(\dfrac{\partial F}{\partial U_2}\right)_S}\left(\frac{U_1}{U_2}\right)_S \left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)^2. \quad (17)$$

Tabela 1

Formule pentru calculul parametrilor circuitelor stabilizatoare de tensiune

Schema circuitului stabilizator de tensiune			
$\frac{\text{Tensiunea de ieşire}}{\text{Tensiunea de intrare}}$ $\frac{U_2}{U_1}$	$\frac{n-1}{2\alpha+n+1}$	$\frac{n-1}{(n+3)\,\alpha+2\,(n+1)}$	$\frac{n-1}{2\,(\alpha+n+1)}$
$\frac{\text{Tensiunea la bornele rezistenţei neliniare}}{\text{Tensiunea de ieşire}}$ $\frac{U_N}{U_2}$	$\frac{\alpha+1}{n-1}$	$\frac{2\,(\alpha+1)}{n-1}$	$\frac{\alpha+2}{n-1}$
Condiţia de funcţionare optimă	$R=nR_{cc}$	$R=nR_{cc}$	$R=nR_{cc}$
Variaţia relativă a tensiunii de ieşire $\frac{\Delta U_2}{U_2}$	$-\frac{1}{8n}\left(\frac{2\alpha+n+1}{\alpha+1}\right)^2\left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)^2$	$-\frac{1}{32\,n}\left[\frac{(n+3)\,\alpha+2\,(n+1)}{\alpha+1}\right]^2\left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)^2$	$-\frac{1}{2n}\left(\frac{\alpha+n+1}{\alpha+2}\right)^2\left(\frac{\Delta U_1}{U_1}\right)^2$
Rezistenţa de intrare R_1	$\frac{2\alpha+n+1}{(n+1)\,\alpha+2\,n}R$	$\frac{(n+3)\,\alpha+2\,(n+1)}{2\,(n+1)\,\alpha+3\,n+1}R$	$\frac{4\,(\alpha+n+1)}{(n+1)\,\alpha+4n}R$
Randamentul η	$\frac{\alpha\,(n-1)^2}{(2\alpha+n+1)\,[(n+1)\,\alpha+2n]}$	$\frac{\alpha\,(n-1)^2}{[(n+3)\alpha+2(n+1)]\,[2(n+1)\,\alpha+3n+1]}$	$\frac{\alpha\,(n-1)^2}{(\alpha+n+1)\,[(n+1)\,\alpha+4n]}$
Condiţia de randament maxim	$\alpha=\sqrt{n}$	$\alpha=\sqrt{\frac{3n+1}{n+3}}$	$\alpha=2\sqrt{n}$
Randamentul maxim η_{max}	$\left(\frac{\sqrt{n}-1}{\sqrt{n}+1}\right)^2$	$\left[\frac{n-1}{\sqrt{(n+3)\,(3n+1)}+2\,(n+1)}\right]^2$	$\left(\frac{\sqrt{n}-1}{\sqrt{n}+1}\right)^2$

Ceilalți parametri se calculează folosind relații cunoscute din teoria circuitelor liniare.

În tabela 1 sînt date formulele pentru calculul parametrilor circuitelor stabilizatoare de tensiune din figura 2, *a*, *b*, *c*; deducerea acestor formule se găsește în anexa 1. S-a considerat că la ieșirea fiecărui circuit este conectată o rezistență r, notîndu-se cu α raportul dintre rezistența liniară R a punții și rezistența de sarcină r:

$$\alpha = \frac{R}{r}. \tag{18}$$

Prin R_{cc} s-a notat rezistența în curent continuu a elementului neliniar.

Parametrii circuitului în punte cu două brațe cuplate inductiv (figura 2,*c*) au fost deduși în ipoteza că transformatorul este ideal și are raportul de transformare egal cu unitatea.

4. Considerente de proiectare a circuitelor stabilizatoare de tensiune

Circuitele stabilizatoare considerate pot fi folosite fie cu ieșirea în gol, fie conectate la o rezistență de sarcină fixă (ele stabilizează relativ slab tensiunea la variații ale sarcinii). Pentru cele două cazuri, metodele de proiectare sînt diferite.

4.1. *La funcționarea în gol* se dau tensiunea de ieșire U_2 și variația admisibilă $\Delta U_2/U_2$ a tensiunii de ieșire la o variație dată $\Delta U_1/U_1$ a tensiunii de intrare. După ce se alege schema care va fi utilizată, se determină cu una dintre formulele abaterii $\Delta U_2/U_2$, din tabela 1, valoarea necesară a lui n, pentru $\alpha = 0$. Se vor obține două valori pentru n, una supraunitară și alta subunitară. Se calculează apoi tensiunile U_N și U_1 cu formulele din tabela 1. Cunoscînd pe n și pe U_N se alege rezistența neliniară (se va ține seamă și de considerentele care vor fi arătate mai jos). Din caracteristica elementului neliniar rezultă rezistența sa R_{cc} în punctul de funcționare corespunzător tensiunii U_N, iar rezistența R din circuit se ia egală cu nR_{cc}. În sfîrșit, se calculează rezistența de intrare și puterea absorbită.

Dacă factorul de stabilizare $\Delta U_1/U_1 : \Delta U_2/U_2$ impus este relativ mare, se pot conecta în cascadă două sau mai multe circuite stabilizatoare; ultimul din acestea se calculează în modul arătat; la celelalte se va ține seamă de sarcina pe care lucrează (care va fi considerată, aproximativ, constantă).

4.2. *La funcționarea pe o rezistență de sarcină dată* (mărimile U_2, $\Delta U_2/U_2$ și $\Delta U_1/U_1$ fiind și ele date) într-una din formulele abaterii $\Delta U_2/U_2$ se introduce valoarea optimă a raportului α și, prin încercări, se determină valoarea lui n care asigură factorul de stabilizare dorit. Se determină U_N și U_1 ca și în primul caz (dar pentru α optim), se calculează $R = \alpha r$ și se alege elementul neliniar, ținînd seamă de parametrii n, U_N și $R_{cc} = R/n$, deja cunoscuți. Apoi se calculează rezistența de intrare, puterea consumată și randamentul.

Comparînd între ele cele trei montaje de stabilizare considerate, rezultă că acestea au performanțe apropiate. Factorul de stabilizare în gol este același la toate montajele (pentru același n), iar în sarcină diferențele sînt destul de mici. Atenuarea (raportul U_1/U_2) în gol a primului montaj este de două ori mai mică decît a ultimelor două, iar la sarcină optimă atenuările celor trei circuite sînt aproximativ proporționale cu 1; 4; 2 pentru valori ale lui n mult diferite de 1 și cu 1; 2; 2 pentru n apropiat de 1. Randamentul maxim al primului și al celui de-al treilea circuit are aceeași valoare, pe cînd al doilea circuit are randamentul maxim de circa 4—16 ori mai mic decît acestea.

În general, factorul de stabilizare este cu atît mai bun cu cît n este mai apropiat de 1. În schimb, atenuarea este mică și randamentul ridicat pentru n mult diferit de 1; pentru $n \to 0$ sau $n \to \infty$ atenuarea în gol a primului circuit tinde către 1 și a celorlalte două circuite, către 2, iar randamentul primului și al celui de-al treilea circuit, către 1, pe cînd randamentul circuitului al doilea tinde către $1/(2 + \sqrt{3})^2 \approx 0{,}072$. Cu valori uzuale ale lui n se obține în medie o stabilizare de $\Delta U_1/U_1 \approx \approx (0{,}5 - 1)\ (\Delta U_2/U_2)^2$, un raport $U_2/U_1 \approx \approx 0{,}1 - 0{,}8$ și un randament de 0,5—20%.

La alegerea tipului de rezistență neliniară trebuie să se țină seamă de variația puternică cu temperatura ambiantă a caracteristicilor termistoarelor și ale rezistoarelor cu coeficient de temperatură negativ. Datorită acestui fapt sînt recomandabile baretoarele și lămpile cu incandescență, la care (și mai ales la ultimele) temperatura mediului are o influență foarte mică asupra rezistenței lor (deoarece temperatura filamentului acestora este înaltă în raport cu temperatura înconjurătoare). Baretoarele au însă dezavantajul unei constante de timp termice mai mari, astfel încît utilizarea cea mai frecventă o au lămpile obișnuite cu incandescență; la acestea, în schimb, după cum s-a arătat, gama valorilor lui n este foarte limitată.

La folosirea lămpilor cu incandescență, cu filament de wolfram, se poate considera, practic, în majoritatea cazurilor, $n = 1{,}7$. Regimul lor se va alege astfel ca temperatura filamentului să nu fie prea înaltă, pentru ca parametrii lămpii să fie, practic, invariabili în timp, dar nici prea joasă, pentru ca influența temperaturii mediului să fie neglijabilă. În general, se poate recomanda ca tensiunea U_N să fie cuprinsă între 3 și 50% din tensiunea nominală a becului.

Rezistența în curent continuu R_{cc} a lămpilor cu incandescență se poate calcula cu formula:

$$R_{cc} = \frac{U_0^2}{P_0}\left(\frac{U_N}{U_0}\right)^{\frac{n-1}{n}} \qquad (19)$$

sau, pentru lămpile cu wolfram:

$$R_{cc} = \frac{U_0^2}{P_0}\left(\frac{U_N}{U_0}\right)^{0,412}, \qquad (20)$$

unde U_0 este tensiunea nominală a lămpii, iar P_0 este puterea nominală a ei.

5. Funcționarea circuitelor în punte ca indicator de tensiune

Cele trei circuite în punte considerate pot funcționa și în regim de indicator de tensiune (punctul I de pe caracteristica din figura 2 *d*). În acest caz, tensiunea de ieșire U_2 este nulă la o anumită valoare a tensiunii de intrare, deoarece puntea este în echilibru, iar la variații $\pm\Delta U_1$ ale tensiunii de intrare în jurul valorii de echilibru, tensiunea de ieșire prezintă variații $\pm\Delta U_2$ în jurul valorii nule. Se obține astfel un circuit indicator al abaterii tensiunii U_1 de la o valoare fixă, care depinde numai de caracteristicile elementelor circuitului (tensiunea de referință).

Principalii parametri ai circuitelor indicatoare sînt sensibilitatea $\Delta U_2/\Delta U_1$, rezistența de intrare și puterea absorbită. Mai interesează relația dintre elementele circuitului care condiționează acest regim de funcționare și condiția ca transferul de putere să fie optim.

Sensibilitatea se poate calcula cu relația:

$$\left(\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1}\right)_{U_2=0} \approx -\left(\frac{\frac{\partial F}{\partial U_1}}{\frac{\partial F}{\partial U_2}}\right)_{U_2=0,} \qquad (21)$$

în care se va ține seamă și de valoarea lui U_1 rezultată din ecuația $F = 0$ pentru $U_2 = 0$.

Rezistența de intrare și puterea absorbită se determină ușor, avînd în vedere că puntea este echilibrată.

Condiția de funcționare ca indicator este, pentru toate montajele considerate:

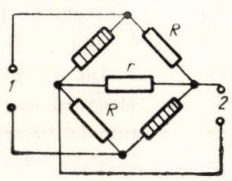
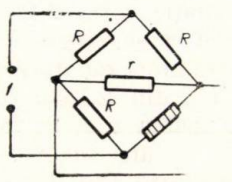
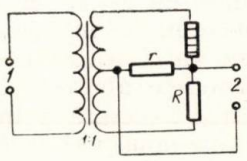
$$R = R_{cc}. \qquad (22)$$

Puterea utilă ΔP_2 poate fi reprezentată prin seria Taylor.

$$\Delta P_2 = \left(\frac{dP_2}{dU_1}\right)_I \Delta U_1 + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2P_2}{dU_1^2}\right)_I (\Delta U_1)^2 + \ldots \qquad (23)$$

Tabela 2

Formule pentru calculul parametrilor circuitelor indicatoare de tensiune

Schema circuitului indicator de tensiune			
Condiția de funcționare	$R = R_{cc}$	$R = R_{cc}$	$R = R_{cc}$
Tensiunea la bornele rezistenței neliniare / Tensiunea de intrare $\frac{U_N}{U_1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Rezistența de intrare R_1	R	R	$2R$
Sensibilitatea $\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1}$	$\frac{-n+1}{2n\alpha + n + 1}$	$\frac{-n+1}{(3n+1)\alpha + 2(n+1)}$	$\frac{-n+1}{2(n\alpha + n + 1)}$
Condiția transferului de putere maximă	$\alpha = \frac{n+1}{2n}$	$\alpha = \frac{2(n+1)}{3n+1}$	$\alpha = \frac{n+1}{n}$
Sensibilitatea în cazul transferului de putere maximă	$\frac{-n+1}{2(n+1)}$	$\frac{-n+1}{4(n+1)}$	$\frac{-n+1}{4(n+1)}$

Deoarece:

$$\left(\frac{dP_2}{dU_1}\right)_I = \left[\frac{d}{dU_1}\left(\frac{U_2^2}{r}\right)\right]_{U_2=0} = 0;$$

$$\left(\frac{d^2P^2}{dU_1^2}\right)_I = \left[\frac{d^2}{dU_1^2}\left(\frac{U_2^2}{r}\right)\right]_{U_2=0} = \frac{2}{r}\left(\frac{dU_2}{dU_1}\right)^2,$$

se poate scrie:

$$\Delta P_2 \approx \frac{1}{2}\,\alpha\left(\frac{dU_2}{dU_1}\right)^2(\Delta U_1)^2. \qquad (24)$$

Pentru o variație ΔU_1 dată, puterea va fi maximă la acea valoare a lui r la care $\alpha\,(dU_2/dU_1)^2$ este maxim.

În tabela 2 sînt date formulele pentru calculul parametrilor circuitelor din figura 2, *a*, *b*, *c*, funcționînd ca indicatoare de tensiune; deducerea acestor formule s-a făcut conform anexei 2.

Ipotezele de calcul și notațiile sînt aceleași ca la formulele din tabela 1.

6. Verificări experimentale

Montajul experimental a fost făcut după schema din figura 2, *a* (punte simetrică cu două rezistențe neliniare), folosindu-se două lămpi cu filament de wolfram de 220 V, 25 W, fabricate în R.P.R. (fabrica „Steaua").

6.1. *La funcționarea în gol* valorile calculate ale parametrilor schemei, pentru o tensiune de ieșire de $U_2 = 20$ V, sînt (cu $n = 1{,}7$): $U_1 = 77{,}2$ V; $U_N = 28{,}6$ V; $R_{cc} = 835\ \Omega$ (calculat cu formula (20)); $R = 1\,420\ \Omega$; $R_1 = 1130\ \Omega$; $\Delta U_2/U_2 = -0{,}54\%$ (pentru $\Delta U_1/U_1 = \pm 10\%$).

Experimental, s-a găsit că punctul de funcționare optim, pentru valoarea de mai sus a lui R, corespunde tensiunilor $U_1 = 86$ V; $U_2 = 20{,}8$ V; rezistența de intrare măsurată a fost 1 145 Ω.

În figura 3,*a* este reprezentată curba $U_2 = f(U_1)$ în regiunea de stabilizare, ridicată experimental. Datorită variației reduse a tensiunii U_2 în plaja de variații de $\pm 10\%$ a tensiunii U_1, nu s-a putut deduce precis din curbă valoarea $\Delta U_2/U_2$, dar cu aproximație ea este de ordinul de mărime care rezultă din calculul anterior (circa $-0{,}5\%$ pentru $\Delta U_1/U_1 = \pm 10\%$).

Pentru a se obține o tensiune stabilizată de 20 V, valoarea rezistențelor R a trebuit micșorată de la 1 420 Ω la 1 400 Ω; în acest caz punctul optim este la $U_1 = 82$ V.

6.2. *Pentru funcționarea în sarcină* s-au calculat parametrii schemei presupunînd că $U_2 = 10$ V, cu valoarea optimă $\alpha = \sqrt{n} = 1{,}30$. S-au găsit valorile: $U_1 = 75{,}7$ V; $U_N = 32{,}9$ V; $R_{cc} = 884\ \Omega$; $R = 1\,500\ \Omega$; $r = 1\,150\ \Omega$; $R_1 = 1150\ \Omega$; $\eta = \eta_{max} = 1{,}73\%$; $\Delta U_2/U_2 = -0{,}39\%$ (pentru $\Delta U_1/U_1 = \pm 10\%$).

Experimental, s-au găsit valorile (pentru valorile de mai sus ale lui R și r): $U_1 = 85$ V; $U_2 = 10{,}4$ V; $R_1 = 1165\ \Omega$; $\eta = 1{,}52\%$.

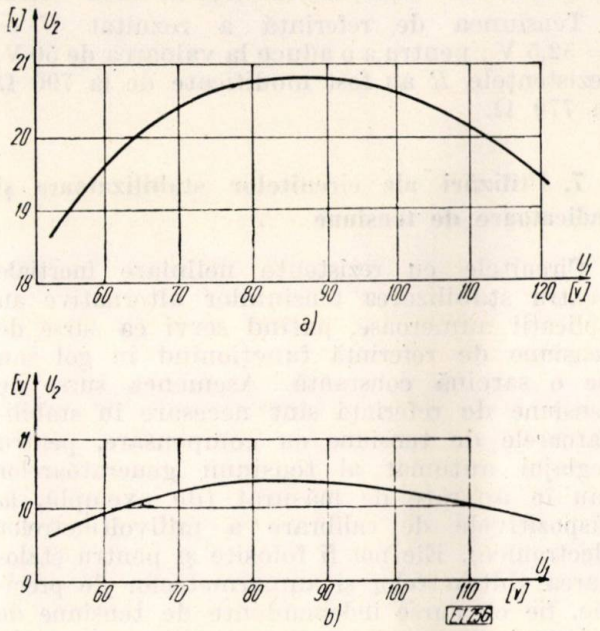


Fig. 3. Curbe ale tensiunii de ieșire în funcție de tensiunea de intrare la puntea simetrică cu două lămpi, ridicate experimental:
a – în gol; *b* – în sarcină.

Curba $U_2 = f(U_1)$ este reprezentată, pentru acest caz, în figura 3, *b*.

Pentru a se obține $U_2 = 10$ V, rezistențele R au trebuit micșorate de la 1 500 Ω la 1 470 Ω.

6.3. *Funcționarea montajului ca indicator de tensiune* a fost verificată experimental, pentru o tensiune de referință $U_1 = 50$ V.

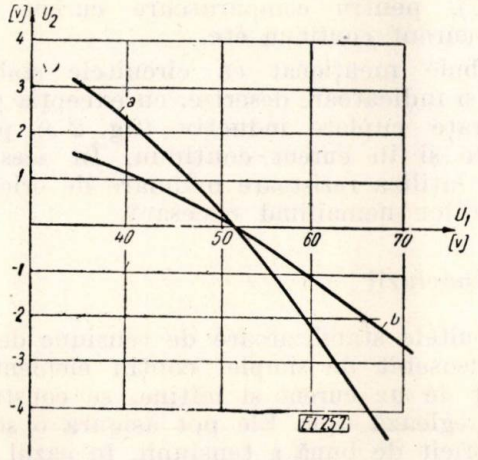


Fig. 4. Curbe ale tensiunii de ieșire în funcție de tensiunea de intrare, la puntea simetrică cu două lămpi funcționînd ca indicator de tensiune, ridicate experimental:
a – în gol; *b* – în sarcină.

În acest caz $U_N = 25$ V și rezultă $R_{cc} = 790\ \Omega$. S-a ales deci $R = R_{cc} = 790\ \Omega$. Sensibilitatea calculată este, în gol, $-0{,}26$, iar în sarcină $-0{,}13$ (pentru valoarea optimă $\alpha = 0{,}79$).

Din curbele experimentale, ridicate în gol, respectiv cu $r = R/\alpha = 1\,000\ \Omega$ (fig. 4), au rezultat următoarele valori ale sensibilității: în gol, circa $-0{,}23$, iar în sarcină, circa $-0{,}12$.

Tensiunea de referință a rezultat $U_1 = 52{,}5$ V; pentru a o aduce la valoarea de 50 V, rezistențele R au fost modificate de la 790 Ω la 770 Ω.

7. Utilizări ale circuitelor stabilizatoare și indicatoare de tensiune

Circuitele cu rezistențe neliniare inerțiale pentru stabilizarea tensiunilor alternative au aplicații numeroase, putînd servi ca surse de tensiune de referință funcționînd în gol sau pe o sarcină constantă. Asemenea surse de tensiune de referință sînt necesare în stabilizatoarele de tensiune cu compensare, pentru reglajul automat al tensiunii generatoarelor sau în aparate de măsurat (de exemplu, la dispozitivele de calibrare a milivoltmetrelor electronice). Ele pot fi folosite și pentru etalonarea voltmetrelor și ampermetrelor de precizie, fie ca surse independente de tensiune de referință, fie în calitate de comparatoare curent alternativ-curent continuu. Conectînd în cascadă două circuite stabilizatoare de tensiune în punte, se poate obține o tensiune de ieșire stabilă cu o precizie de ordinul 0,01% pentru variații ale tensiunii de intrare de $\pm$ 10%.

Circuitele indicatoare de tensiune se pot folosi în stabilizatoarele de tensiune cu compensare (cu reacție) ca detectoare de eroare a tensiunii de ieșire, în dispozitivele de reglaj automat al tensiunii generatoarelor, la realizarea unor voltmetre cu scară limitată ($U \pm \pm \Delta U$), pentru comparatoare curent alternativ-curent continuu etc.

Trebuie menționat că circuitele stabilizatoare și indicatoare descrise, cu excepția punții cu brațe cuplate inductiv (fig. 2 *c*), pot fi folosite și în curent continuu. În acest caz se pot utiliza rezistoare neliniare de orice tip, inerția lor nemaifiind necesară.

8. Concluzii

Circuitele stabilizatoare de tensiune descrise sînt deosebit de simple, conțin elemente de circuit de uz curent și ieftine, se construiesc și se reglează ușor. Ele pot asigura o stabilizare oricît de bună a tensiunii, în cazul funcționării în gol sau pe o sarcină constantă. Se pot folosi pînă la frecvențe relativ înalte și funcționează normal și la aplicarea unor tensiuni nesinusoidale la intrare (în acest caz este stabilizată valoarea efectivă a acestora). Efectul variațiilor rapide ale temperaturii rezistorului neliniar — cu dublul frecvenței curentului — poate fi făcut, practic, neglijabil chiar și la frecvența de 50 Hz; acest fenomen a fost examinat într-o altă lucrare [14].

În cazul folosirii lămpilor cu incandescență, la o proiectare judicioasă a schemei, este de așteptat ca stabilitatea în timp îndelungat a parametrilor circuitelor să fie satisfăcătoare și pentru aplicații în care se cere o constanță relativ ridicată, de ordinul 0,01%, a tensiunii de ieșire.

Metoda de calcul și de proiectare prezentată în această lucrare este simplă și duce la rezultate verificate de experiență.

ANEXA 1

Deducerea formulelor pentru calculul parametrilor circuitelor stabilizatoare de tensiune

a) *Punte simetrică cu două rezistențe neliniare* (fig. 5). *Ecuațiile tensiunilor și curenților sînt*:

$$U_1 = RI_1 + kI_2^n \tag{25}$$

$$U_2 = RI_1 - kI_2^n = rI_3 \tag{26, 27}$$

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0. \tag{28}$$

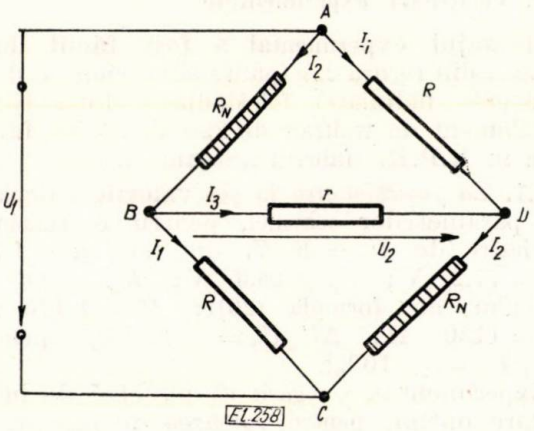


Fig. 5. Punte simetrică cu două rezistențe neliniare.

Eliminînd curenții I_1, I_2, I_3 din aceste ecuații rezultă:

$$F(U_1, U_2) = (U_1 - U_2)^{\frac{1}{n}} - A\,[U_1 + (1 + 2\alpha)\,U_2] = 0, \tag{29}$$

unde s-a notat:

$$A = \frac{(2k)^{\frac{1}{n}}}{R}; \quad \alpha = \frac{R}{r}. \tag{30, 31}$$

Condiția (15) devine:

$$\frac{\partial F}{\partial U_1} = \frac{1}{n}(U_1 - U_2)^{\frac{1-n}{n}} - A = 0. \tag{32}$$

Din ecuațiile (29) și (32) se obțin expresiile tensiunilor de intrare și de ieșire în punctul S:

$$U_1 = \frac{2\alpha + n + 1}{2(\alpha + 1)}(nA)^{\frac{n}{1-n}} \tag{33}$$

$$U_2 = \frac{n - 1}{2(\alpha + 1)}(nA)^{\frac{n}{1-n}} \tag{34}$$

precum şi raportul lor. Din relaţiile (25), (26), (33) şi (34) se determină raportul dintre tensiunea U_N la bornele rezistenţelor neliniare şi tensiunea U_2. Condiţia pe care trebuie să o îndeplinească rezistenţa R şi parametrii k, n pentru ca funcţionarea să aibă loc în punctul optim S rezultă din ecuaţiile (25), (26) şi (32):

$$nkI_2^{n-1} = R \text{ sau } R_{cc} = R. \tag{35}$$

Înlocuind în (17) valorile derivatelor calculate din (29) şi ţinînd seamă de (33) şi (34) se găseşte expresia variaţiei relative a tensiunii de ieşire în funcţie de variaţia relativă a tensiunii de intrare. Pentru calculul rezistenţei de intrare $R_1 = U_1/(I_1 + I_2)$ se înlocuieşte în expresia sumei curenţilor:

$$I_1 + I_2 = \frac{1}{2R}\left[U_1 + U_2 + \frac{1}{A}(U_1 - U_2)^{\frac{1}{n}}\right] \tag{36}$$

U_2 în funcţie de U_1 folosind relaţiile (33) şi (34). Puterea absorbită se calculează din $P_1 = U_1^2/R_1$, iar puterea utilă, din $P_2 = U_2^2/r$. Făcînd raportul lor rezultă randamentul. Condiţia de randament maxim (rezistenţa optimă de sarcină) se obţine anulînd derivata $d\eta/d\alpha$.

b) *Punte cu o rezistenţă neliniară şi trei rezistenţe liniare identice* (fig. 6). Ecuaţiile tensiunilor şi curenţilor sînt:

$$U_1 = R(I_2 + I_4); \tag{37}$$

$$U_2 = R(I_1 - I_2) = RI_4 - kI_5^n = rI_3; \tag{38, 39, 40}$$

$$I_1 + I_3 - I_5 = 0; \tag{41}$$

$$I_2 + I_3 + I_4 = 0. \tag{42}$$

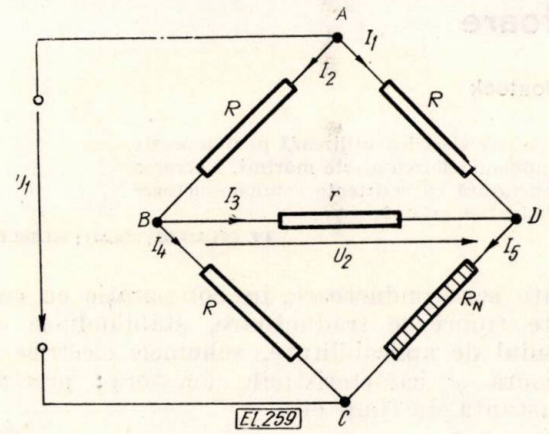


Fig. 6. Punte cu o rezistenţă neliniară.

Prin eliminarea curenţilor se obţine:

$$F(U_1, U_2) = [U_1 - (2 + \alpha)U_2]^{\frac{1}{n}} - A[U_1 + (2 + 3\alpha)U_2] = 0, \tag{43}$$

cu aceleaşi notaţii ca înainte. Calcule asemănătoare cu cele precedente duc la relaţiile:

$$\frac{\partial F}{\partial U_1} = \frac{1}{n}[U_1 - (2 + \alpha)U_2]^{\frac{1-n}{n}} - A = 0; \tag{44}$$

$$U_1 = \frac{(n + 3)\alpha + 2(n + 1)}{4(\alpha + 1)}(nA)^{\frac{n}{1-n}}; \tag{45}$$

$$U_2 = \frac{n - 1}{4(\alpha + 1)}(nA)^{\frac{n}{n-1}}. \tag{46}$$

Pornind de la expresia curentului I_5

$$I_5 = \left\{\frac{1}{2k}[U_1 - (2 + \alpha)U_2]\right\}^{\frac{1}{n}}$$

şi folosind relaţia (44) se obţine condiţia de funcţionare:

$$R = nkI_5^{n-1} = nR_{cc}, \tag{47}$$

aceeaşi ca şi la montajul precedent. Celelalte mărimi se calculează ca înainte.

c) *Punte cu două braţe cuplate inductiv* (fig. 7). Pentru simplificare, se consideră raportul de transformare a transformatorului (presupus ideal) egal cu unitatea. Ecuaţiile circuitului, în acest caz, sînt:

$$U_1 = kI_1^n + RI_2; \tag{48}$$

$$U_2 = -\frac{1}{2}U_1 + RI_2 = rI_3; \tag{49, 50}$$

$$-I_1 + I_2 + I_3 = 0. \tag{51}$$

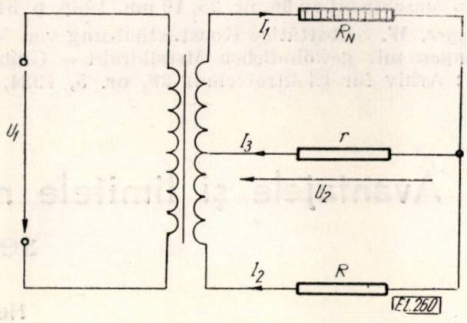


Fig. 7. Punte cu două braţe cuplate inductiv.

Eliminînd curenţii rezultă:

$$F(U_1 U_2) = (U_1 - 2U_2)^{\frac{1}{n}} - AU_1 - 2A(1 + \alpha)U_2 = 0 \tag{52}$$

cu notaţiile anterioare. Se obţine:

$$\frac{\partial F}{\partial U_1} = \frac{1}{n}(U_1 - 2U_2)^{\frac{1-n}{n}}; \tag{53}$$

$$U_1 = \frac{\alpha + n + 1}{\alpha + 2}(nA)^{\frac{n}{n-1}}; \tag{54}$$

$$U_2 = \frac{n - 1}{2(\alpha + 2)}(nA)^{\frac{n}{1-n}}. \tag{55}$$

Din ecuaţiile (48), (49) şi (53) rezultă condiţia de stabilizare optimă:

$$R = nkI_1^{n-1} = nR_{cc}, \tag{56}$$

aceeaşi ca şi la montajele precedente. Folosind expresiile raporturi U_2/U_1 şi U_N/U_1, precum şi ecuaţia (48), se deduc tensiunile U_N şi U_R (la bornele rezistenţei R) şi U_2 în funcţie de U_1, care introduse în expresia puterii consumate în circuit:

$$P_1 = \frac{U_N^2}{R_{cc}} + \frac{U_R^2}{R} + \frac{U_2^2}{r} \tag{57}$$

permit calculul puterilor şi al randamentului.

ANEXA 2

Deducerea formulelor pentru calculul parametrilor circuitelor indicatoare de tensiune

Expresiile pentru tensiunea U_1, rezistenţa de intrare, puterea absorbită, precum şi condiţia de funcţionare se obţin din ecuaţiile Kirchhoff ale circuitelor — scrise în anexa 1 — introducînd în acestea $U_2 = 0$. Sensibilitatea se determină introducînd în relaţia (21) valorile derivatelor $\partial F/\partial U_1$ şi $\partial F/\partial U_2$, calculate pornind de la expresiile lui F din anexa 1, şi punînd $U_2 = 0$.

Pentru aflarea condiţiei transferului de putere maximă se anulează derivata în raport cu α a produsului dintre α şi pătratul sensibilităţii.

Bibliografie

[1] *Neiman, L. R.* şi *Kalantarov, P. L.* Bazele teoretice ale electrotehnicii, vol. 1. Bucureşti, Editura tehnică, 1956.

[2] *Ghinsburg, S. A.* Nelineinîe ţepi i ih funkţionalnîe karakteristiki. Moscova, Gosenergoizdat, 1958.

[3] *Nidetzky, G.* Die Wheatstone — Brücke mit belastungsabhängigen Widerständen. In: Elektrotechnik und Maschinenbau 56, nr. 25, 19 iun. 1938, p. 317—334.

[4] *Geyger, W.* Selbsttätige Konstanthaltung von Messpannungen mit gewöhnlichen Metalldraht — Glühlampen. In: Arhiv für Elektrotechnik 28, nr. 5, 1934, p. 270.

[5] *Netuşil, A. V.* O primenenii prinţipa nalojeniia pri rasciote nelineinîh ţepei. In: Elektricestvo, nr. 8, 1950, p. 53.

[6] *Ghinsburg, A. S.* Sintez nekotorîh nelineinîh ţepei. In: Elektricestvo, nr. 2, 1953, p. 48.

[7] *Ghinsburg, S. A.* Rasciot nelineinogo mosta. Trudî moskovskogo energheticeskogo instituta, vîp. VIII, Elektrotehnika, 1952.

[8] *Sotskov, B. S.* Obşceaia formula dlea napreajeniia i toka v izmeritelnoi diagonali mosta Wheatstona s nelineinîmi soprotivleniiami. In: Avtomatika i telemehanika 9, nr. 5, 1948, p. 384.

[9] *Bogatîrev, O. M.* Elementarnaia metodika rasciota elektriceskih i magnitnîh nelineinîh ţepei. In: Elektricestvo, nr. 2, 1954, p. 57.

[10] *Szabo, G.* Kaltleiter — Spannungsstabilisator in Brünckenschaltung. In: Zeitschrift für angewandte Physik 8, nr. 10, oct. 1956, p. 512.

[11] *Ivanov, A. P.* Elektriceskie istociniki sveta. Moscova, Gosenergoizdat, 1955.

[12] *Topcibaşev, M. A.* Rezultati issledovaniia harakteristik nekotorîh nelineinîh soprotivlenii. In: Avtomatika i telemehanika 10, nr. 1, 1949, p. 13.

[13] *Avramescu, A.* Calculul circuitelor cu electromagneţi şi lămpi subtensionate. In: Electrotehnica 4 nr. 1, 1956, p. 7.

[14] *Millea, A.* Defazarea şi deformarea curentului alternativ cauzate de pulsaţia temperaturii în conductor. Comunicările Academiei R.P.R., nr. 4, 1963, p. 357.

Intrat în redacţie la 15.I.1963

Avantajele şi limitele măsurării temperaturii cu rezistenţe semiconductoare

Herman Birr * — Rostock

În ultimul timp tehnica măsurărilor neelectrice pe cale electrică utilizează pentru aceste măsurări metode bazate pe variaţia rezistenţei semiconductoarelor cu aceste mărimi. Lucrarea de faţă expune caracteristicile traductoarelor de temperatură cu rezistenţe semiconductoare indicînd domeniile de aplicabilitate şi schemele electrice de măsură.

CZ 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Pentru măsurarea mărimilor neelectrice, a temperaturii, vitezei, umidităţii, presiunii etc. s-au utilizat cu succes în ultima vreme metode electrice bazate pe variaţia rezistenţei conductoarelor şi mai recent a semiconductoarelor cu aceste mărimi. Traductoarele cu rezistenţe semiconductoare pentru aceste mărimi se utilizează şi în instalaţiile de automatizare, datorită performanţelor lor ridicate. Traductoarele electrice ale mărimilor neelectrice trebuie să satisfacă anumite condiţii:

— să asigure o precizie mare a mărimii măsurate;

— să fie stabile în funcţionare;

— să fie caracterizate de dimensiuni reduse, pentru a putea măsura local o anumită mărime;

— să asigure o constantă de timp cît mai mică pentru variaţii ale mărimii măsurate;

— să fie interschimbabile etc.

În această lucrare se examinează caracteristicile traductoarelor de temperatură cu rezistenţe semiconductoare, în comparaţie cu celelalte tipuri de traductoare, stabilindu-se domeniul de aplicabilitate, schemele electrice de măsură şi caracteristicile acestora: precizia, constanta de timp etc.

Metodele electrice de măsurare a temperaturii pot fi împărţite în două mari categorii:

— măsurări cu termoelemente şi măsurări cu termometre cu rezistenţe. Avantajele şi dezavantajele, precum şi limitele fiecărei metode de măsură sînt tratate pe scurt şi sintetizate în lucrare; se insistă în special asupra schemelor de măsură cu rezistenţe semiconductoare.

1. Măsurarea temperaturii cu termoelemente

Efectul termoelectric a fost folosit prima oară la măsurarea temperaturii de către L. Chatelier (1887). Dacă dintr-un circuit închis compus din două metale temperatura la punctele de îmbinare este diferită, atunci curge prin circuit un curent electric. Forţa electromotoare creşte cu creşterea diferenţei de temperatură.

* Dipl. ing. *H. Birr* este cercetător la Institutul de Fizică din Rostock.

Tensiunile termoelectrice ce se produc sînt desigur mici la termoelementele cu metale. La elementele uzuale ele sînt cuprinse între 6 și 60 μ V/°C, astfel încît va fi necesar un procedeu de măsură foarte sensibil.

Pentru măsurarea acestor tensiuni se folosesc metode de zero sau de compensare.

Domeniul de măsură al termoelementelor este foarte larg, și anume între 250°C și 2 800°C [1]. Termoelementele se întrebuințează îndeosebi la măsurarea temperaturilor înalte și în pirometrie. Întrucît termometrele cu rezistențe nu mai sînt utilizabile la temperaturi peste 1 000°C, termoelementul este singurul traductor electric utilizat în aparatele pentru măsurarea temperaturii în domeniul temperaturilor mai mari. Trebuie subliniat că traductorul de temperatură trebuie să fie aproape punctiform. Dimensiunile minime ale sîrmelor utilizate la confecționarea termoelementelor sînt de 0,4 mm Ø (cromel-alumel ajunge chiar pînă la 0,02 mm Ø).

1.1. *Termoelemente nemetalice*

În ultimii ani s-au dezvoltat termoelemente noi, realizate din compuși nemetalici [2].

În special se pune accentul pe perechile de elemente carbid de siliciu-grafit și carbid de siliciu-carbid de siliciu. Ultimul compus este posibil întrucît pe baza proprietății semiconductoare a carbidului de siliciu se pot realiza compuși p — n. Avantajele față de termoelementele metalice constau în tensiunea electromotoare mare (~ 0,2 m V/°C). Stabilitatea este satisfăcătoare (1%). Limitele de temperatură sînt între 1 500°C (la o măsurare continuă), respectiv 1 900°C (la o măsurare de scurtă durată). Peste 500°C, caracteristica termoelementului este liniară. Dezavantajele față de termoelementele metalice constau în abaterile foarte mari între elemente, astfel încît la înlocuirea unui termoelement trebuie să se reetalonizeze aparatul. În afară de aceasta, dimensiunile acestor traductoare de temperatură sînt de 10 mm, astfel încît nu se pot executa măsurători punctiforme.

Pe baza tensiunii termoelectrice mai ridicate se pot folosi instrumente indicatoare mai simple și mai robuste, încît aceste elemente vor avea o extindere mare în viitor.

În tabela 1 sînt date pentru comparație, caracteristicile cîtorva termoelemente tipice.

1.2. *Termometrul cu rezistență metalică*

Rezistența electrică a majorității metalelor crește foarte mult cu temperatura (de exemplu la platină la creșterea temperaturii între 0 și 100°C creșterea rezistenței este de 39%). Această creștere a rezistenței poate fi folosită ca mărime de măsură a temperaturii.

Tabela 1

Caracteristicile diferitelor termoelemente

Cuplu termoelectric	Domeniul de temperatură, °C	Temperatura maximă, °C	T.e.m.* V/°C	Diametrul, mm
Platin/platin-rhodiu	0—1 500	1 700	6,4	0,4
Fier/constantan	—200— 750	1 000	53,0	0,4
Iridium/wolfram	0—2 200	2 300	25,0	0,4
Cromel/alumel	—200—5 200	1 300	41,0	0,02
Carbid de siliciu/grafit	0—1 500	1 900	200,0	10
Carbid de siliciu/ carbid de siliciu	0—1 500	1 900	100,0	7

Valori medii din domeniul 0—100 °C.

Termometrul cu rezistență de platină este astăzi cel mai exact instrument de măsură în domeniul —100°C + 630°C și se utilizează în acest domeniu ca instrument standard. Termometrul executat din rezistență de platină de către Biroul de Standarde permite măsurarea temperaturii pînă la 1 000°C cu o precizie de 0,1°C și la o variație în timp a rezistenței de 10^{-3}°C/h [3, 4]. Astfel se pot măsura exact temperaturi în domeniul 0—100°C pînă la 10^{-3}°C, iar pînă la 1 000°C, cu 10^{-1}°C.

Un dezavantaj față de termoelemente constă în limita superioară mică de temperaturi și în faptul că înfășurarea rezistenței ocupă o suprafață relativ mare și nu permite măsurarea punctiformă a temperaturii. Cele mai mici dimensiuni realizate pînă în prezent la termometre cu rezistență sînt: lungimea 6 mm și diametrul 7,5 mm.

1.3. *Termometre cu rezistența pe bază de semiconductoare (R.S.C.)*

În domeniul temperaturilor uzuale T, rezistența metalelor pure variază după formula:

$$T = R_0(1 + \alpha T) \qquad (1)$$

în care R_0 este rezistența la 0°C. Într-un interval de temperatură nu prea mare, coeficientul de temperatură α este aproape constant, și la metale pure este de ordinul 4.10^{-3} grad^{-1}.

În domenii de temperaturi mai înalte nu mai este valabilă formula (1) și trebuie introduse în formulă și puteri mai mari ale lui T, astfel încît se ajunge la relația:

$$R = R_0(1 + aT + bT^2 + \ldots). \qquad (2)$$

Există însă și materiale cu coeficienți de temperatură negativi, la care rezistența descrește odată cu creșterea temperaturii. De exemplu, acesta este cazul rezistențelor semiconductoare (R.S.C.), numite și termistoare. Ele sînt formate în majoritatea cazurilor din materiale sintetice din amestecuri din oxid de magneziu (magneziu-titan—Spinelle) sau oxizi de magneziu-nichel și pot fi construite de orice formă.

În comparație cu termometrele cu rezistențe din sîrme metalice, ele au următoarele proprietăți:

a) coeficientul de temperatură a este negativ;

b) α este cu aproximativ un ordin de mărime mai mare;

c) în opoziție cu metalele, acesta prezintă o dependență neliniară pronunțată a rezistenței funcție de temperatură;

d) rezistența de bază poate deveni foarte mare, astfel că rezistențele coordonatelor de alimentare pot fi neglijate;

e) R.S.C. pot fi executate de dimensiuni pînă la 0,4 mm Ø, astfel încît permit măsurarea punctiformă a temperaturii;

f) toleranțele de fabricație sînt foarte mari, astfel încît înlocuirile se pot realiza cu greutate.

Analog cu relația (1) pentru dependența de temperatură a R.S.C. se poate folosi o ecuație de forma:

$$R = a\, e^{B/T} \qquad (1\,a)$$

valabilă de asemenea destul de exact pentru intervalele mici de temperatură. Prin analogie cu ecuația (2) se obține o ecuație mai completă:

$$R = T^{-c_a}\, e^{B/T}. \qquad (2\,a)$$

În acest caz rezistența de bază a poate varia mult cu multe ordine de mărime; c este o valoare mică pozitivă sau negativă, iar B este cuprins în practică între 1 500 și 4 000°K.

Între constanta B și coeficientul de temperatură există relația:

$$\alpha = -\frac{B}{T^2} = \frac{\Delta R}{\Delta T}\cdot\frac{1}{R}. \qquad (3)$$

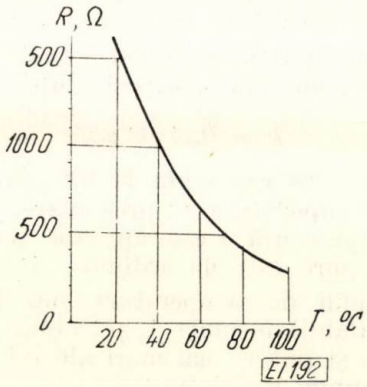


Fig. 1. Caracteristica R(T).

O caracteristică tipică de rezistență este redată în figura 1, iar cîteva forme constructive în figura 2.

2. Fenomene de îmbătrînire

În considerarea traductoarelor de temperatură sînt importante problemele de reproducere a caracteristicilor, respectiv de îmbătrînire.

În literatură s-au publicat indicații în parte contradictorii, care tratează despre stabilitatea și îmbătrînirea R.S.C. [5, 6, 7].

Totuși, din aceste lucrări rezultă următoarele concluzii:

— Măsurarea unei diferențe mici de temperatură pe o perioadă de timp scurtă se poate realiza cu o precizie mare (de exemplu la o

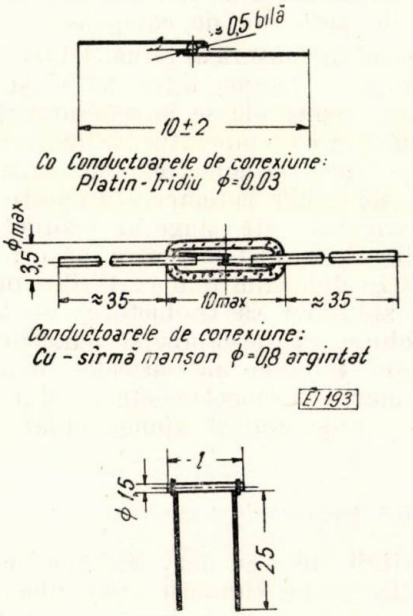


Fig. 2. Forme constructive de rezistențe cu semiconductoare (toate mărimile sînt date în mm).

diferență de temperatură de 10^{-2}°C, rezultă o precizie de 2.10^{-4}°C) [8]; H. Eiber [9] a găsit că limita inferioară a măsurării nu a fost determinată de R.S.C., ci de aparatul de măsură utilizat.

— Stabilitatea pe o perioadă lungă va depinde desigur mult de îmbătrînirea R.S.C. Unii autori [5] sînt de părere că R.S.C. cu rezistență de bază mai mare sînt mai stabile decît cele cu rezistențe mici. Figura 3 arată rezultatul

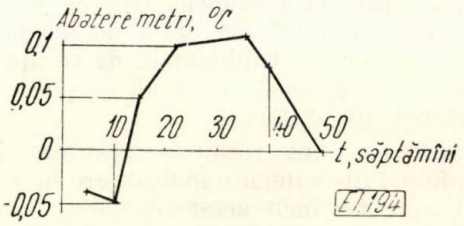


Fig. 3. Fenomene de îmbătrînire după Scarr [5].

măsurărilor pe care Scarr [5] le-a obținut într-o perioadă de o jumătate de an la 50 de R.S.C. încercate.

Din aceste rezultate se pare că se poate aștepta la o stabilitate de 0,2°C, pe perioade lungi.

Indicații asemănătoare sînt date și de E. Scheicher [10].

În figura 4 se arată măsurările sale, obținute la R.S.C. care n-au fost preîmbătrînite la o încălzire extremă de + 200°C.

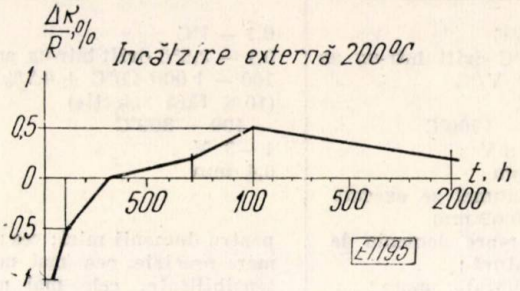


Fig. 4. Fenomene de îmbătrînire după Schleicher [10].

Îmbătrînirea poate fi considerată ca o consecință a transformărilor chimice și fizice din material. Nu apar diferențe dacă R.S.C. sînt intercalate în circuit de curent continuu sau de curent alternativ.

Despre toleranțele de fabricație ar fi de spus următoarele :

Într-o aceeași serie de R.S.C. valorile lui B diferă cu $\pm$ 0,5 %.

Domeniul de dispersie poate ajunge pînă la 10%, dacă sînt executate din diferite materii prime.

R.S.C. fabricate în prezent de VEB Keramische Werke Hermsdorf sînt disponibile în comerț și au o toleranță de rezistență de $\pm$10, respectiv $\pm$ 20% [11].

2.1. *Constanta de timp*

Dacă se pune un termometru la o altă temperatură, acesta nu arată noua temperatură imediat, ci ea va crește după o funcție exponențială. O caracteristică a procesului tranzitoriu o constituie constanta de timp, care este dată de subtangenta curbei. Ea este egală cu durata de timp τ care decurge pînă cînd se atinge 63,2%, adică $1 - \frac{1}{e}$ din diferența de temperatură.

Pentru a se calcula τ trebuie să cunoaștem capacitatea de căldură a R.S.C., precum și constanta sa de disipare k.

Aici k este definit ca energia necesară pentru creșterea cu unitatea de temperatură (dimensiunea W/°C). Mărimea lui k depinde de condițiile mediului înconjurător și de modul de montare și variază în mică măsură cu temperatura. Influența temperaturii mediului ambiant asupra constantei de timp τ este redată după Sandford [12] în figura 5.

S-a analizat o R.S.C. de formă sferică cu un diametru de 0,33 mm în mediu de aer și în repaus.

Formula lui τ este :

$$\tau = \frac{\rho \cdot V \cdot c}{K} \qquad (4)$$

în care ρ este densitatea, g.cm ^{2};

V — volumul, cm^3;

K — constanta de disipare, W°C^{-2};

c — căldura specifică, cal. g^{-1} grad^{-1}.

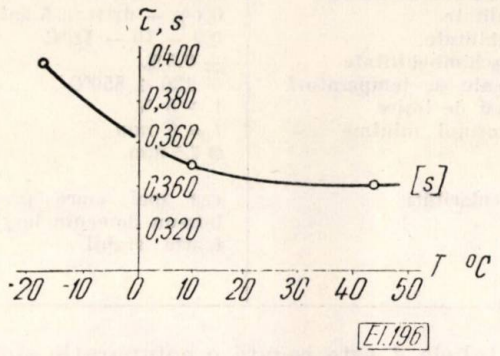


Fig. 5. Influența temperaturii mediului ambiant asupra constantei de timp τ.

Ca mărime caracteristică pentru procesul tranzitoriu de stabilire a indicației finale se dă de cele mai multe ori timpul care decurge pînă cînd un termometru indică jumătate din valoarea unei variații bruște a temperaturii, mărime notată cu H.

Între H și τ există relația :

$$H = \tau \ln 2.$$

Se poate afirma cu aproximație că după 10 H mărimea a scăzut la 1/10 din valoarea sa inițială.

Cîteva rezultate experimentale pentru H ale diferitelor R.S.C. sînt date în tabela 2 pentru mediul de aer în repaus la presiunea atmosferică.

Tabela 2

Valorile lui H pentru R.S.C.

Tipul	H/s
— forma sferică, sticlos, 0,5 mm Ø	0,8
— forma sferică, nesticlos, 0,5 mm Ø	0,3
— forma sferică în cilindru de sticlă	19,8
— forma cilindrică, sticlos, 1,5 mm Ø, lungime 8 mm	27,0

O comparație a constantei H pentru diferite forme de termometre este prezentată în tabela 3.

Tabela 3

Constanta H a termometrelor uzuale

Tipul	H/s	Observații
Termometru cu rezistență	60	fără tub de protecție
	0,3	neprotejat, 0,1 mm Ø
Termometru de mercur	60	fără tub de protecție
Termoelement	2.10^{-3}	sîrme extrem de subțiri
Termometru cu R.S.C.	2,0	construcția din figura 9

Tabela 4

	Temperatura cu rezistenţă	Termoelemente	R.S.C.
Precizie reproductibilă	0,02 — 0,05°C	1 — 7,5°C	0,1 — 1°C
Stabilitate	0,1 % — drift în 5 ani	0,5 — 1°C drift într-un an	0,1 — 2,5°C drift într-un an
Sensibilitate	0,2 — 10 — Ω/°C	10 — 50 V/°C	100 — 1 000 Ω/°C ± 0,5 %
Interschimbabilitate	± 0,5 %	± 75 %	(10 % fără selecţie)
Domeniu de temperatură	— 130 ÷ 850°C	— 185 — 1700°C	— 100 — 300°C
Semnal de ieşire	1 ÷ 6 V	0 — 60 mV	1 —3 V
Dimensiuni minime	$l = 6$ mm Ø 7,5 mm	Ø 0,4 mm cromel-alumel se execută pînă la 0,02 mm	0,4 mm
Particularităţi	cea mai mare precizie într-un domeniu larg; foarte stabil	cel mai mare domeniu de temperatură; economicitate mare	pentru domenii mici; cea mai mare precizie, cea mai mare sensibilitate, cele mai mici efecte de conductibilitate

În tabela 4 este redată o comparaţie sintetizată a celor arătate.

2.2. *Liniarizarea curbei de temperatură* [14, 15, 16]

S-a amintit că există o dependenţă neliniară pronunţată între temperatură şi rezistenţă. Acest fapt este foarte supărător pentru aplicaţiile practice, întrucît trebuie să se ridice pentru fiecare aparat de măsură o curbă de etalonare proprie. Este totuşi posibil, atunci cînd se renunţă la sensibilitate, să se liniarizeze în anumite limite dependenţa între temperatură şi rezistenţă printr-o rezistenţă adiţională.

Dependenţa de temperatură a R.S.C. este descrisă de ecuaţia (1 a):

$$R = a\, e^{B/T}.$$

La montajul în serie al bateriei, rezistenţei şi R.S.C. după figura 6 avem:

$$I = \frac{U}{r + a\, e^{B/T}}. \qquad (5)$$

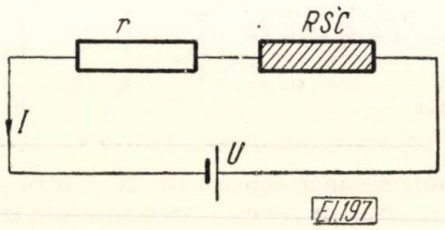


Fig. 6. Montajul în serie pentru liniarizarea caracteristicii R—T.

Dezvoltînd relaţia (5) într-o serie Taylor, obţinem pentru $T - T_0$:

$$I(h) = I(0) + hI'(0) + h^2 \frac{I''(0)}{2!} + \ldots h \frac{\eta J n}{n!}. \qquad (6)$$

În relaţia de mai sus h reprezintă creşterea temperaturii $T - T_0$, iar $I(0)$ curentul la temperatura T_0.

Ecuaţia (6) este liniară în kh, cînd toate celelalte derivate de ordin mai mare decît unu sînt nule.

A doua derivată din (5) devine zero pentru

$$r = \frac{B - 2T_0}{B + 2T_0} R_0. \qquad (7)$$

Dacă se introduce valoarea lui r în expresiile derivatei a treia şi a patra se obţine:

$$I^{III} = -\frac{B^2 T'(0)}{2T_0''}$$
$$I^{IV} = \frac{2B^2 I'(0)}{I_0^5}. \qquad (8)$$

Formula (6) se poate scrie după substituirea lui (8):

$$I(h) = I(0) + I'(0)\left\{h - h^3 \frac{B^2}{2 \cdot 3!\, T_0''} + h^4 \frac{2B^2}{4!\, T_0^5}\right\} + \ldots \qquad (9)$$

Termenii în h^3, h^4 condiţionează derivaţiile de la o curbă liniară. Termenii în care h intervine cu o putere mare ca 4 pot fi neglijaţi.

Pentru valori mici ale lui h, chiar termenul în h^4 este mic în comparaţie cu cel al lui h^3, întrucît raportul ambilor dă:

$$-2 \frac{h^4 B^2}{4!\, T_0^5} \cdot \frac{3 \cdot 3!\, T_0^4}{h^3 B^2} = -\frac{h}{T_0}. \qquad (10)$$

Pentru toate valorile lui $T_0 > 220$°K, termenul în h^4 este mai mic decît 0,1 h^3, dacă $h \leqslant 20$°C. De aceea în toate cazurile termenul în h^3 este determinant. Putem deci scrie:

$$I(h) = I(0) + I'(0)\left(h - \frac{h^3 B^2}{12 B_0^4}\right) + \xi. \qquad (11)$$

Un galvanometru care măsoară curentul poate fi etalonat liniar în grade de temperatură, astfel încît rezultă din (11):

$$\vartheta = \text{const} + h - \frac{h^3 B^2}{12 T_0^4}. \qquad (12)$$

Pentru evaluarea erorii maxime care apare să considerăm următoarele valori. Domeniul de temperatură 290 — 310°K (punctul zero la mijlocul acestui domeniu), $B = 3000$°K

$$\varepsilon = \frac{h^3 B^2}{12 T_0^4} = \frac{10^3 (3)^2 10^6}{12 (3)^4 10^8} = 0{,}09 \text{ grad}; \quad (13)$$

această eroare ε poate fi însă redusă la 0,24 din valoarea de mai sus. Pentru aceasta trebuie să considerăm următoarele:

Figura 7 arată caracteristica I (T). Dacă potrivim scala liniară a instrumentului de măsurat astfel încît să fie tangentă la curba $I(T)$

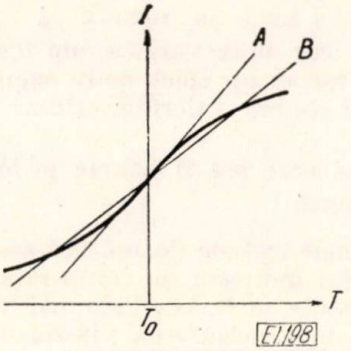


Fig. 7. Curentul în funcţie de temperatură (la montaj serie).

în punctul de inflexiune A, atunci indicaţiile termometrului sînt exacte numai la temperatura T_0.

Eroarea creşte în măsura în care temperatura se apropie de limitele domeniului. Aşezăm însă scala astfel ca să obţinem trei poziţii la care abaterile între valorile de pe scală şi curbă să fie zero (dreapta B), atunci obţinem deviaţii maxime mult mai mici, iar eroarea ce apare în exemplul de calcul (13) poate fi redusă numai la (15)

$$\varepsilon' = 0{,}24 \ \varepsilon = 0{,}0222 \text{ grade}. \quad (13')$$

Se poate astfel prin dimensionarea simplă a rezistenţei adiţionale să se obţină o liniarizare largă a domeniului de măsură.

În mod normal se va intercala traductorul de temperatură într-o punte Wheatstone. Şi acest caz poate fi tratat simplu. Figura 8 arată un montaj în punte. Mărimea curentului I_g este dată de relaţia:

$$I_g = \frac{U (r_1 r_3 \dots r_2 R)}{R(r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_g + r_3 r_g) + r_1 (r_2 r_3 + r_3 r_g + r_2 r_g)}. \quad (14)$$

După anumite transformări această expresie devine:

$$I_g = \frac{U (l - m R)}{p R + q} \quad (15)$$

în care l, m, p sînt constante. O transformare mai departe ne dă:

$$I_g + \text{const} = \frac{(U l/p + mq/p^2)}{R + q/p} \quad (16)$$

în care:

$$\text{const} = \frac{U r_2}{p}.$$

Formula (16) corespunde cu formula dezvoltată (5) pentru circuitul serie

$$I = \frac{U_s}{r + R_0} = \frac{U_s}{r + a\, e^{B/T}} \quad (17)$$

în care:

$$r = \frac{r_1 \{r_g (r_2 + r_3) + r_2 r_3\}}{(r_1 + r_g)(r_2 + r_3) + r_2 r_3}$$

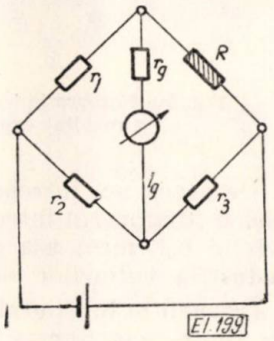


Fig. 8. Rezistenţa semiconductoare introdusă în circuitul punţii Wheatstone.

şi

$$I = \frac{r\left(r + \frac{r_1 + r_3}{r_2}\right)}{\left(r_1 + \frac{r_1 r_3}{r_2}\right)\left(r_g + \frac{r_2 r_3}{r_2 + r_3}\right)}.$$

Rezultatele obţinute sînt valabile şi pentru cazul montajului R.S.C. în punte.

2.3. *Construcţia unui traductor de temperatură*

Pentru construcţia unui termometru se pretează în mod special cele mai mici R.S.C. cu un diametru de 0,5 mm.

Figura 9 arată o secţiune printr-un termometru de construcţie proprie. Aci s-a montat mica bilă în vîrful unui tub cu pereţi subţiri,

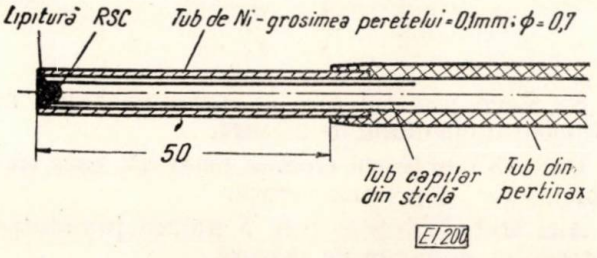


Fig. 9. Secţiune printr-un traductor de temperatură.

iar un capăt de conexiune a fost lipit la deschizătura tubului. Celălalt capăt al R.S.C. a fost scos în afară şi izolat printr-un tub capilar de sticlă introdus anterior în tub.

Pentru manipularea uşoară, tubul s-a fixat într-un mîner din pertinax. Materialul întrebuinţat pentru tub a fost întîi canule de injecţie

(de exemplu serum 3, diametrul interior 0,6 mm). Acestea sînt dintr-un aliaj special de oțel, astfel că o lipitură nu este posibilă direct, ci mai înainte trebuie să se execute o alămire galvanică.

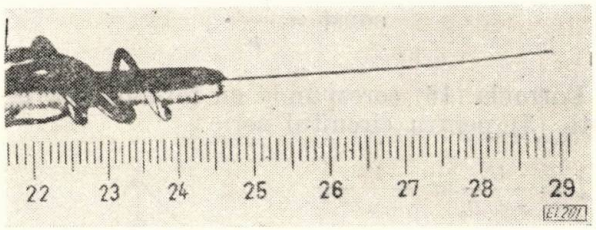


Fig. 10. Fotografia termometrului. Constanta H a rezultat experimental de 2 s.

De aceea s-a întrebuințat un tub subțire din nichel (diametrul interior 0,6 mm, grosimea peretelui 0,1 mm) așa cum se întrebuințează în industria tuburilor electronice.

Întrucît la începutul construcției nu s-a dispus de tipuri neglazurate, trebuia să se recurgă și la un R.S.C. glazurat. La întrebuințarea de R.S.C. neglazurat constanta H poate fi redusă considerabil sub 2 s (v. capitolul pentru constanta de timp).

3. Calculul circuitului de măsură

Ca circuit de măsură se folosește în cazul cel mai simplu un montaj în punte.

Datele de calcul sînt:

a) domeniul de măsură;
b) precizia dorită;
c) natura mediului.

Printr-o experiență preliminară se determină curba $R - T$ a R.S.C. Din ea se poate calcula constanta B.

$$B = \frac{h\,R/R_0}{\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}}. \qquad (18)$$

Se alege punctul zero al instrumentului, în mijlocul domeniului de măsură.

Din (13′) obținem eroarea maximă, care trebuie să fie $\leqslant$ precizia cerută.

Aici trebuie înțeles prin h numai jumătatea întregului domeniu de măsură:

$$\xi \leqslant \varepsilon' = \frac{0{,}24\,h^3\,B^2}{12\,T_0^4}. \qquad (19)$$

Rezistența de sarcină a traductorului depinde de mediu. Curentul prin traductor trebuie să fie atît de mic încît să nu producă o încălzire proprie. De aceea trebuie determinat printr-o experiență preliminară curentul maximal ce curge prin R.S.C. Valoarea lui r putem să o obținem din formula (7):

$$r = \frac{B - 2T_0}{B + 2T_0} R_0.$$

În montajul din puntea Wheatstone (fig. 8) se pot varia numai valorile rezistențelor r_1, r_2, r_3; r_g este dat odată cu alegerea instrumentului de măsură.

Formula (17) dă pentru aceste trei mărimi:

$$r = \frac{B - 2\,T_0}{B + 2\,T_0} R_0 = \frac{r_1\{r_3\,(r_2 + r_3) + r_2\,r_3\}}{(r_1 + r_g)\,(r_2 + r_3) + r_2 r_3}.$$

Alegerea valorilor rezistențelor r_1, r_2, r_3 se va face astfel încît să rezulte r_2, $r_3 \ll r_1, R_0$.

În acest caz mici variații ale tensiunii de alimentare nu au un efect mare asupra R.S.C. și deci nici asupra valorilor citite.

4. Probleme care pot fi bazate pe măsurători de temperatură

Există unele metode de măsură care de fapt sînt măsurări indirecte de temperaturi și care pot fi executate cu R.S.C. Cele mai importante dintre ele sînt: măsurarea vitezei cu anemometre cu efect termic, măsurarea presiunii prin efectul conductibilității termice și măsurarea umidității cu ajutorul termometrelor uscate și umede.

4.1. *Anemometru termic cu R.S.C.* [7, 12, 22]

Pentru măsurarea vitezelor de curgere se utilizează încă de mult anemometre termice.

Principiul lor de funcționare constă în determinarea răcirii într-un mediu curgător a unei sîrme încălzite electric. În acest scop se întinde un fir subțire între două resorturi și se încălzește printr-un curent electric care o parcurge.

Firul de sîrmă încălzit este răcit prin curentul de aer în care se află, fapt care conduce la o variație a rezistenței sale electrice.

În ultimul timp s-au efectuat diverse experiențe la care firul încălzit a fost înlocuit printr-o mică rezistență tip R.S.C.

Datorită rezistenței de bază a R.S.C. mai mare și a coeficientului de temperatură mult mai mare, se obțin variații mai mari. În afară de aceasta se elimină și influențele conductoarelor de legătură.

Măsurarea vitezei poate fi executată pe două căi:

A. Se menține curentul de încălzire constant și se măsoară rezistența în funcție de viteza de curgere.

B. Se menține temperatura (adică rezistența) constantă și se determină curentul necesar, în funcție de viteza de curgere. Pentru măsurarea rezistenței se preferă un montaj în punte Wheatstone.

Cea mai simplă construcție a unei sonde de curgere cu R.S.C. ar fi fixarea R.S.C. între punctele de susținere ale unui anemometru termic obișnuit cu fir încălzit.

Construcția realizată astfel, așa cum a fost folosită de Sanford [12] nu este suficient de rezistentă. Întrucît R.S.C. de dimensiuni mici nu au o formă perfect sferică și sînt deosebit de asimetrice, trebuie să se țină seamă de variația rezultatului, funcție de direcția R.S.C., și să se caute direcția privilegiată. Sanford a indicat abateri pînă la 20%.

Întrucît de la început a existat o dependență de direcția curgerii, s-au făcut experiențe cu alte forme mai rezistente din punct de vedere mecanic, dar totuși dependente de direcție.

Figura 11 reprezintă o secțiune prin sonda construită.

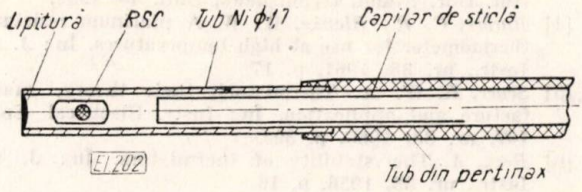


Fig. 11. Secțiune printr-o sondă pentru măsurarea curgerii.

Într-un mic tub (ceva mai gros) de nichel s-a pilit o deschizătură, astfel încît numai pe două părți opuse grosimea pereților să rămînă de 0,1 mm. În această deschizătură se găsea R.S.C.

Cel mai simplu montaj se obține cînd se folosește sonda în montaj-punte și se menține curentul prin R.S.C. constant. Creșterea rezistenței este atunci o măsură reproductibilă pentru mărimea vitezei de curgere.

În figura 12 se reprezintă curbe care s-au obținut în acest mod pentru diferiți curenți I.

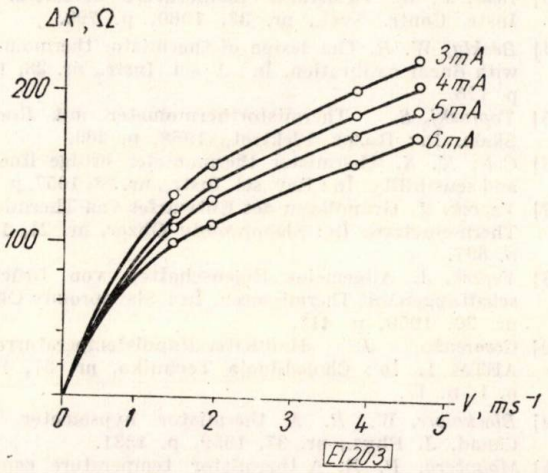


Fig. 12. Caracteristica de viteză-rezistență la y = const. ca parametru.

Evident că se poate mări sensibilitatea menținînd temperatura R.S.C. (prin reglarea curentului care o parcurge) cît mai mică.

Totuși, în acest caz trebuie luate în considerare următoarele :

— cu cît este mai mică temperatura corpului situat în circuitul de curent, cu atît mai mari sînt și influențele dăunătoare, care apar la variații de temperatură a mediului înconjurător ; aceste influențe pot fi eliminate parțial prin conectarea în parte a unei R.S.C. de compensare, care să fie influențată de temperatură, dar nu de viteza de curgere a mediului.

Un avantaj al anemometrului cu fir încălzit constă în faptul că din cauza dimensiunilor mici ale firelor întrebuințate, cu inerție mică, rezultă valori mici ale constantei H.

Măsurările lui Sanford cu R.S.C. au dat, pentru constanta H la metoda cu curent constant, valori de la 0,34 la 0,1 s, la o viteză a aerului de 0—20 m/s.

Pentru același domeniu de viteză și un domeniu al temperaturii mediului de curgere cuprins între — 10 și 43°C, el a obținut o valoare medie de 0,75% pentru influența la variațiile de temperatură.

Printre alte metode de măsură s-a amintit montajul cu rezistență constantă. Aceasta necesită o construcție electronică mai pretențioasă întrucît aici trebuie să existe un reglaj automat pe o anumită porțiune.

Hubbard [25] indică un montaj care, la o rezistență a R.S.C. întrebuințat de 1 680 Ω, menține această constantă în limitele ± 10 Ω. La rezistența constantă se elimină inerțiile termice. Prin aceasta, valoarea constantei H este mult mai mică și este condiționată de timpul de intrare în funcțiune a montajului electronic.

La acest montaj variația de temperatură a mediului ambiant prezintă o influență mai mică, adică în medie 0,5%°C.

În cazul ambelor metode sensibilitatea scade la variații ale vitezei , atît cu creșterea temperaturii mediului curgător, cît și cu creșterea vitezei. În ambele cazuri trebuie căutat să se lucreze într-un domeniu de sensibilitate mai mică a caracteristicii rezistență-temperatură.

Lucrînd la I = const. sensibilitatea descrește sensibil peste 15 m/s, la R = const. chiar de la viteze peste 7 m/s.

Sintetizînd, se pot spune următoarele :

Schema cu rezistența constantă prezintă unele avantaje. Influența temperaturii mediului ambiant este mai mică și timpul de intrare în funcțiune mai mic decît la metoda cu curent constant. Pe baza sensibilității bune și a rezistenței de bază mare, este posibilă o construcție de anemometre termice cu R.S.C., deși acestea nu se pot aplica pentru măsurări de turbulență. Trebuie contat pe o anumită dependență de direcție ; care există și la instrumente de sîrmă metalică și nu sînt supărătoare în unele probleme de măsură.

4.2. *Măsurarea umidității utilizînd R.S.C.*

Pentru măsurarea umidității se întrebuințează, în modul cel mai simplu, două termometre, dintre care unul se umezește. Diferența între termometrul umed și cel uscat este o măsură pentru umiditatea relativă. Aceste termometre pot fi înlocuite prin traductoare termice din R.S.C., obținîndu-se astfel o metodă cu timp de răspuns redus. Întrucît aici precizia măsurării temperaturii poate fi foarte mare, este posibil să se obțină avantaje față de instrumentele realizate cu termometrul cu mercur.

Termometrul umed trebuie însă ventilat artificial, ceea ce implică o greutate. Experiența cu traductoare subțiri de temperatură (termoelemente cu diametrul de 1 mm) au arătat că se poate merge fără ventilație la utilizarea de traductoare mici. Nu s-a cercetat încă dacă se pot utiliza în acest scop sfere mici semiconductoare de 0,5 mm diametru.

În ultimul timp s-a fabricat de către o firmă elvețiană un aparat de măsură a umidității [27], la care s-a folosit ca material semiconductor special un traductor care își schimbă rezistența în funcție de umiditatea înconjurătoare.

Metoda măsurării se distinge printr-o stabilitate și reproductibilitate mare a caracteristicilor. Cu un singur traductor este posibil să se măsoare atît temperatura, cît și umiditatea. Este posibil a se determina umiditatea materialelor la probe singulare sau în proces continuu și în același timp să se măsoare umiditatea relativă a aerului. Valoarea constantei H este cuprinsă între 5 și 50 s, domeniul de temperatură între -10 și 100°C, și sensibilitatea de intrare în funcțiune este de 0,2% umiditate relativă.

Date mai precise nu se cunosc.

4.3. *Vacuummetre cu R.S.C.* [28—33].

La manometrele Pirani se folosește ca principiu de măsură dependența de presiune a conductibilității gazului între 10 și 10^{-3} torr. Se măsoară presiunea folosind dependența cedării de căldură a unei sîrme de nichel încălzită electric, de valoarea presiunii gazului. Și aici s-a inițiat experiența de înlocuire a sîrmei de nichel prin R.S.C. și s-au obținut rezultate utilizabile. Supărător este dependența mare, de temperatura mediului, a indicației ei precum și realizarea toleranțelor constructive. Ambele influențe se pot compensa în parte. Durata de intrare în funcțiune este la unele metode de 2—3 s.

La variația instantanee a presiunii, aparatul indică în 5 s valoarea finală cu o aproximație de $\pm 5\%$. Limita superioară de 10^{-3} torr este condiționată prin aceea că pierderile prin radiație sînt în acest caz de 30—100 ori mai mari, decît pierderile de căldură prin conducție.

S-au efectuat experiențe [33] pentru a se lărgi domeniul de măsură pînă la 10^{-6} torr. În acest scop s-a mărit suprafața de răcire prin aplicarea unei foițe de staniol de 15 mm diametru.

Pentru a se putea măsura și peste drumul liber mijlociu al moleculelor, Seiden [30] a realizat o schemă cu R.S.C. deasupra unui ventilator.

În acest caz aparatul a lucrat ca anemometru. Astfel s-au măsurat presiuni pînă la 760 mm Hg. Constanta de timp la presiune atmosferică era de ordinul a o secundă.

Bibliografie

[1] *Davies, D. A.* Two thermocouples suitable for measurement of temperatures up to 2 800°C. În: J. sci. instruments, nr. 37, 1960, p. 15.

[2] * * * Still hotter horizons for thermocouples. În: Engineering, nr. 189, 1960, p. 806.

[3] * * * Hightemperature resistance thermometry. In: Nat. Bur. Stand. techn. news, Bull. **43**, 1959.

[4] *Barber, C. R., Blanke, W. W.* A platinum resistance thermometer for use at high temperatures. În: J. sci. Instr., nr. 38, 1961, p. 17.

[5] *Scarr, R. W. A.* Thermistors, their theory, manufacture and application. În: Instr. Electrical Engn. **107**, nr. 35, 1960, p. 395.

[6] *Beck, A.* The stability of thermistors. În: J. sci. Instr., nr. 33, 1956, p. 16.

[7] *Birr, H.* Strömungsmessungen mit Halbleiterwiderständen. În: Z.m.s.r., nr. 4, 1961, p. 237.

[8] *Greenbill, E. B.* An apparatures for measuring small temperature changes in liquids. În: J. sci. Instr., nr. 26, 1949, p. 92.

[9] *Eiber, H.* Heissleiter-Widerstands-Thermometer in Injektionsnadel form zur Messung sehr kleiner Temperaturdifferenzen im menschlichen Körper. În: Z.f. angew. Physik, nr. 10, 1958, p. 379.

[10] *Schleicher, E.* Eigenschaften und Anwendung der temperaturabhängigen oxydischen Halbleiterwiderstände. În: Nachrichtentechnik, nr. 11, 1961, p. 71.

[11] * * * Hermsdorfer Halbleiterwiderstände. Herstellungskatalog, 1961.

[12] *Sanford, E. R.* A wind-tunnel investigation of the limitations of thermistor anemometry. În: J. of Meteorology, nr. 8, 1951, p. 182.

[13] *Rose, V. W.* Resistance temperature detectors. În: Instr. Contr. Syst., nr. 33, 1960, p. 790.

[14] *Beakly, W. R.* The design of thermistor thermometers with linear calibration. În: J. sci. Instr., nr. 28, 1951, p. 176.

[15] *Topinski, S.* Thermistorthermometer mit linearer Skala. În: Rozpr. Elektrot., 1958, p. 269.

[16] *Cole, K. S.* Thermistor thermometer bridge linearty and sensibility. În: Rev. sci. Instr., nr. 28, 1957, p. 328.

[17] *Veprek, J.* Grundlagen des Entwurfes von Thermistor-Thermometern. În: Slaboproudy Obzor, nr. 21, 1960, p. 697.

[18] *Veprek, J.* Allgemeine Eigenschaften von Brückenschaltungen mit Thermistoren. În: Slaboproudy Obzor, nr. 20, 1959, p. 413.

[19] *Govorenko, J.* Halbleiter-Impulstemperaturregler ARTM 1. În: Cholodilnaja Technika, nr. 37, 1960, p. 1, p. 47.

[20] *Blackmore, W. R.* A thermistor hypsometer. În: Canad. J. Phys., nr. 37, 1959, p. 1331.

[21] *Malmberg, P. R.* A thermistor temperature control. În: Rev. sci. Instr., nr. 27, 1956, p. 136.

[22] *Hales, W. B.* Thermistors as Instruments in thermometry and anemometry. În: Bulletin of the American Meteorological Society, nr. 29, 1948, p. 494.

[23] *Stow, R. W.* Rapid high-sensivity recording thermometers. În: Rev. sci. Instr., nr. 29, 1958, p. 774.

[24] *Burkardt, L. A.* Apparatus for obtaining heating and cooling curves. În: Rev. sci. Instr., nr. 27, 1956, p. 693.

[25] *Hubbard, P. G.* Application of a negativefeedback amplifier to compensate for the thermal lag of a hot-wire anemometer. În: Proc. National Electron. Conference, 1948, p. 171.
[26] *Dime, M.* Feuchtemessung mit Hilfe thermoelektrischer Psychrometer. În: Arch. f. Meteorolog. Geophysik u. Bioklimatologie, nr. 5, 1953, p. 1.
[27] *Gröning, K. G.* Eine neue Feuchtigkeitsmessmethode. În: Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn., nr. 26, 1960, p. 233.
[28] *Grüber, H.* Über ein technisches Piranimanometer mit HLW. În: Glas u. Hochvak. Techn., nr. 2, 1953, p. 302.
[29] *Frank, W., Hammes, P.* Messgenauigkeit von Piranimanometer mit Ni-Drähten u. Heissbleitern. În: Beitr. z. ang. Glasforschung, 1959, p. 199.
[30] *Seiden, P. E.* Wide-range thermistor vakuum gauge. În: Rev. sci. Instr., nr. 28, 1957, p. 657.
[31] *Flanick, A. P.* Thermistor pressure gauge design. În: Rev. sci. Instr., nr. 32, 1961, p. 356.
[32] *Walker, R. E.* Precision thermalconductivity gas analiser using thermistors. În: Rev. sci. Instr., nr. 28, 1957, p. 789.
[33] *Varicak, M.* În: Nuovo Cim., nr. 6, 1957, p. 723.

Încercarea la putere de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune în circuit oscilant

Ion Marinescu – Bucureşti şi **Aurel Pănoiu** – Craiova*

În articolul de faţă sînt prezentate cîteva încercări de siguranţe de înaltă tensiune la putere de rupere, în circuitul oscilant construit la ICET. S-a căutat să se arate dacă siguranţele garantate la o putere de rupere de 200 MVA au o rezervă de putere, adică dacă deconectează în condiţii bune curenţi de scurtcircuit corespunzători puterii de rupere de 400 MVA. Încercările au scos în evidenţă o serie de carenţe de ordin tehnologic şi constructiv, prin înlăturarea cărora se va putea asigura o funcţionare corectă a siguranţei la puterea de rupere de 400 MVA.

CZ 621.316.923.2.027.516.001.4:621.372.4.064.33

Siguranţele de înaltă tensiune de tip FI, FE şi FIT, construite în prezent în ţară, sînt garantate pentru puterea de rupere de 200 MVA. Această putere era suficientă atunci cînd aceste siguranţe au fost construite. Astăzi, cînd sistemul energetic s-a dezvoltat mult şi se prevede dezvoltarea lui în continuare prin interconectare şi prin mărirea puterilor instalate, puterea de rupere garantată apare ca insuficientă.

Afară de aceasta, pentru micşorarea investiţiilor se pune problema înlocuirii întreruptoarelor, cu separatoare de sarcină echipate cu siguranţe fuzibile pentru protecţia ramificaţiilor de putere mică alimentate din reţele cu putere de scurtcircuit mare.

În etapa actuală s-a impus o creştere a puterii de rupere a siguranţelor la dublu, ceea ce ar corespunde alimentării consumatorilor protejaţi de la un transformator de aproximativ 40 MVA. Pentru construirea unor siguranţe de înaltă tensiune cu putere de rupere de 400 MVA s-a pornit de la ideea de a se vedea în ce măsură siguranţele construite astăzi în ţară au o rezervă de putere, adică dacă fiind încercate deconectează în condiţii bune scurtcircuite de puterea menţionată.

În acest scop, în cele ce urmează se expun condiţiile în care s-au efectuat încercările la putere de rupere de 400 MVA a siguranţelor de înaltă tensiune. Din punct de vedere economic, încercările la putere de rupere mărită au un dublu scop:

— în cazul în care siguranţele funcţionează corect în acest regim, se face economie de muncă la proiectare pentru un nou tip îmbunătăţit;

— în cazul în care siguranţele nu funcţionează corespunzător în acest regim, din oscilograme şi din observarea siguranţelor după încercare se pot trage concluzii în ceea ce priveşte linia optimă pe care se va merge la elaborarea unui nou tip de siguranţă cu modificări minime faţă de siguranţele construite în prezent.

1. Încercarea siguranţelor de înaltă tensiune tip FI, FE şi FIT la putere de rupere

Pentru încercarea siguranţelor de înaltă tensiune la putere de rupere, la ICET s-a construit o staţie de încercări în circuit oscilant. Utilitatea unei astfel de staţii de încercare şi premisele teoretice care au dus la construirea ei au fost arătate [1], [2], rezultînd că într-un astfel de circuit este posibilă reproducerea fenomenelor fizice care au loc la deconectarea curenţilor de scurtcircuit cu ajutorul siguranţelor. În figura 1 este redată schema staţiei de încercare. Rolul pe care îl are fiecare element din schemă în diferitele faze ale procesului de încercare la putere de rupere a fost descris în [2] şi [3].

În urma experimentărilor făcute la ICET s-a ajuns la concluzia că este recomandabil să se folosească ca aparat de conectare (IA fig. 1) un contactor sincron şi nu un trigger. Dat

* Ing. *I. Marinescu* este cercetător principal la ICET, iar ing. *A. Pănoiu* este inginer la UEP–Craiova.

fiind numărul relativ mare de probe, triggerul din circuitul oscilant se uzează foarte repede, datorită arcului electric, fiind necesară înlocuirea lui destul de des.

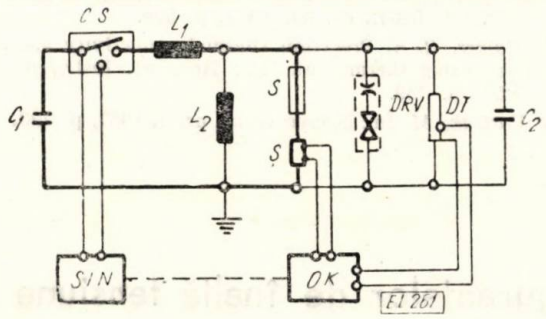


Fig. 1. Schema circuitului oscilant pentru încercarea la putere de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune :

C_1 – bateria de condensatoare sursă pentru încercare; CS – contactorul sincron; L_1 – bobina de curent; L_2 – bobina de tensiune; S – siguranţa de încercat; $Ş$ – şunt antiinductiv; DRV – descărcător cu rezistenţă variabilă; DT – divizor de tensiune; $Cé$ – condensator pentru tensiunea de restabilire de frecvenţă mărită; SIN – sincronizator; OK – oscilograf.

Experimentările făcute cu un contactor sincron au arătat că acesta prezintă o uzură neînsemnată după acelaşi număr de probe ca triggerul. În ceea ce priveşte sincronizarea conectării circuitului cu oscilograful (domeniu în care triggerul prezintă avantaje însemnate) în cazul contactorului sincron s-a utilizat o soluţie care s-a dovedit a fi, practic, foarte eficientă şi care constă în montarea unui contact de sincronizare pe axul contactorului sincron.

În cele ce urmează va fi descrisă încercarea cîtorva siguranţe de înaltă tensiune (de 35 kV

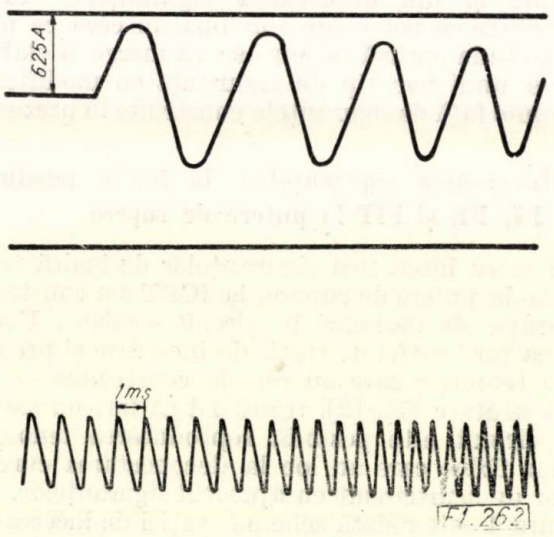


Fig. 2. Etalonarea curentului din circuitul oscilant înaintea încercării siguranţelor de 35 kV, 7,5 A. $U_{inc} = 5$ kV, $f_i = 192$ Hz.

tipul FI şi FE şi de 15 kV tipul FE şi FIT). Înaintea fiecărei serii de încercări s-au făcut etalonări de curent şi de tensiune pentru a se stabili cum se comportă circuitul în cazul înlocuirii siguranţei cu un cablu (etalonare de curent), şi în cazul lipsei siguranţei de încercat

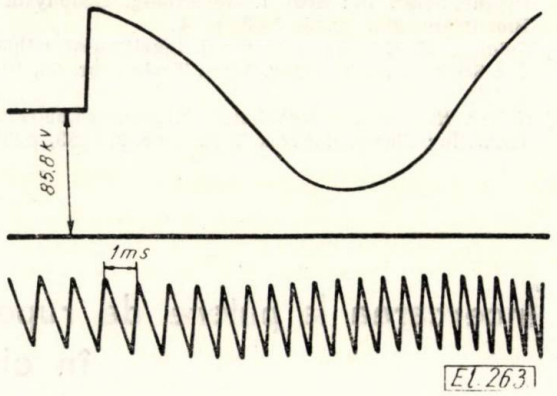


Fig. 3. Etalonarea tensiunii la bornele siguranţei înaintea încercării siguranţelor de 35 kV, 7,5 A. $U_{inc} = 64$ kV, $C_2 = 0$, $f_u = 48$ Hz.

din circuit (etalonare de tensiune). Scopul acestor încercări a fost atît etalonarea circuitului, cît şi cercetarea modului cum influenţează siguranţa, tensiunea şi curentul din circuit. Etalonarea de curent (fig. 2) se face, în general, la o tensiune mai mică decît cea impusă de încercare, pentru a nu se solicita instalaţia la eforturi dinamice însemnate, fără ca aceasta să fie neapărat necesar.

Etalonarea de tensiune se face la tensiunea de încercare (U_{inc}) a bateriei de condensatoare C_1, la valoarea la care aceasta este impusă de tipul siguranţei care urmează să fie încercat. În toate cazurile, tensiunea de încercare este mai mare decît valoarea maximă a tensiunii

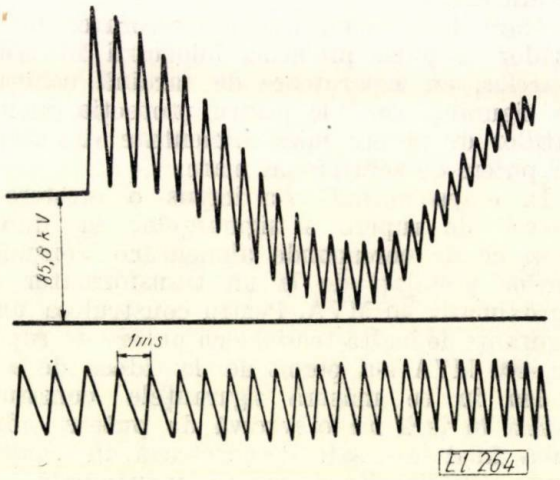


Fig. 4. Etalonarea tensiunii la bornele siguranţei înaintea încercării siguranţelor de 35 kV, 7,5 A. $U_{inc} = 64$ kV, $C_2 = 0{,}75$ μF, $f_u = 48$ Hz, $f_o = 1\,400$ Hz.

nominale a siguranţei [2]. S-au făcut oscilograme în două cazuri: $C_2 = 0$ (fig. 3) şi $C_2 = 0{,}75$ μF (fig. 4). În figura 4 s-a obţinut

o frecvență de 1 400 Hz a tensiunii la bornele siguranței în cazul cînd aceasta este conectată în circuit, ceea ce reprezintă o valoare apropiată de cea impusă de normele VDE 0672/57 și NFC 64—200—1956, pentru siguranțele cu $U_n = 35$ kV. Circuitul fiind astfel pregătit pentru încercare s-a trecut la încercarea propriu-zisă a unor siguranțe din fabricația curentă a UEP-Craiova.

La încercarea unei siguranțe de tipul FI 35 kV, 7,5 A, s-a obținut oscilograma din figura 5, din care reiese că siguranța a avut tendința să limiteze curentul de scurtcircuit la valoarea de 1,52 kA, însă curentul a continuat să crească pînă la valoarea maximă de 1,68 kA. Din calcule [4], [5] rezultă că la 50 Hz și 400 MVA siguranța ar fi trebuit să limiteze curentul de scurtcircuit la 922 A. Siguranța nu a funcționat corect, deoarece nu a limitat curentul de scurtcircuit, iar valoarea zero a curentului nu a fost atinsă la prima trecere prin zero a tensiunii. Curentul prin siguranță a fost întrerupt, numai aproximativ, după trei semiperioade ale curentului de frecvență mărită, adică atunci cînd energia cedată de bateria de condensatoare C_1 siguranței încercate s-a redus foarte mult (practic, s-a redus la zero), în acest moment tensiunea la bornele siguranței fiind

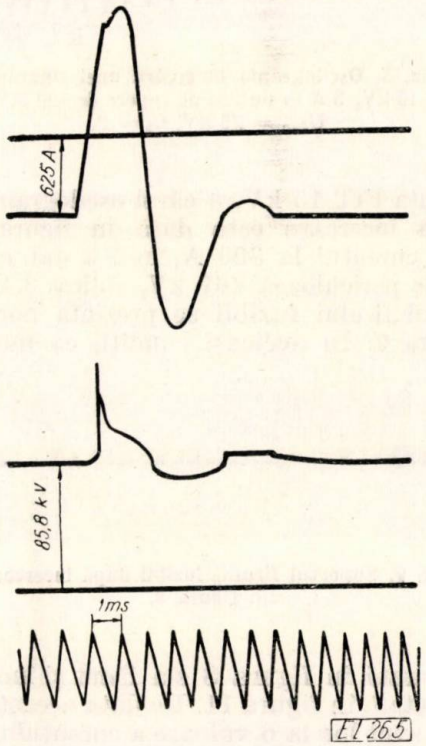


Fig. 5. Oscilograma încercării unei siguranțe de 35 kV, 7,5 A la putere de rupere de 400 MVA. $U_{inc} = 64$ kV, $C_2 = 0$, $f_i = 192$ Hz.

neînsemnată. Este ușor de presupus că în condițiile de încercare din rețea sau dintr-un laborator dotat cu generatoare de șoc, arcul nu s-ar fi stins, ducînd la distrugerea patronului, dacă timpul de deconectare a întreruptorului de protecție ar fi fost prea mare. Cum însă criteriul de verificare a posibilității de deconectare este oscilograma și nu aspectul exterior al siguranței după probă [6], încercarea în circuit oscilant arată că în cazul de față siguranța nu a funcționat corect. Condițiile în care s-a făcut încercarea au fost: $U_{inc} = 64$ kV, $C_2 = 0$[2]. Supratensiunea de deconectare nu apare, deoarece curentul nu a fost limitat, iar în momentul anulării curentului energia bateriei de condensatoare era, practic, nulă. În figura 6 este reprezentat suportul firelor fuzibile demontat din siguranță după încercarea arătată. După cum rezultă din fotografie, suportul s-a spart în mai multe părți, iar omida de fuziune în loc să apară în spirală înfășurată pe suportul fuzibil, au apărut numai porțiuni mici de acest fel, în rest omida de fuziune fiind de-a lungul generatoarei suportului.

În aceleași condiții au fost încercate și alte siguranțe, obținîndu-se oscilograme asemănătoare.

S-a modificat apoi circuitul, introducîndu-se $C_2 = 0{,}75$ μF. Păstrîndu-se aceeași tensiune de încercare ($U_{inc} = 64$ kV) și aceleași inductanțe L_1 și L_2, s-au făcut o serie de încercări pe siguranțele FI 35 kV, 7,5 A. Una dintre încercări este reprezentată în oscilograma din figura 7. Din această oscilogramă și din oscilograma din figura 5 reiese incapacitatea siguranței de a limita curentul de scurtcircuit care a continuat să treacă prin siguranță trei semiperioade. Tensiunea de restabilire de frecvență mărită nu este importantă, deoarece în momentul anulării curentului prin siguranță bateria de condensatoare C_1 era, practic, descărcată. La demontarea siguranței s-a constatat că suportul firelor fuzibile prezintă același aspect ca în figura 6. Și în aceste condiții au

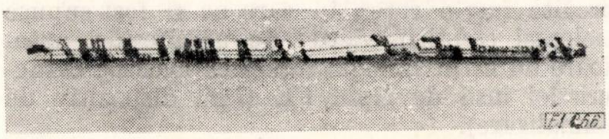


Fig. 6. Suportul firelor fuzibile după încercarea din figura 5.

fost încercate mai multe siguranțe. Oscilogramele obținute aveau aceeași caracteristică generală, indicînd nefuncționarea siguranței în condiții impuse. Faptul că anularea curentului s-a produs după două, trei sau patru semiperioade este neesențial. Conform calculelor [2] s-au stabilit o serie de date referitoare la valoarea lui L_1 și U_{inc}, în special pentru încercarea celorlalte siguranțe de 2 A, 3 A, 5 A și 10 A la putere de rupere de 400 MVA. Întrucît oscilogramele obținute duc la aceleași concluzii

ca şi primele două încercări prezentate, iar aspectul suportului firelor fuzibile este, în linii mari, acelaşi, nu se va insista asupra acestor încercări. Toate siguranţele de tipul FI (dotate cu dispozitiv de semnalizare) au produs, la

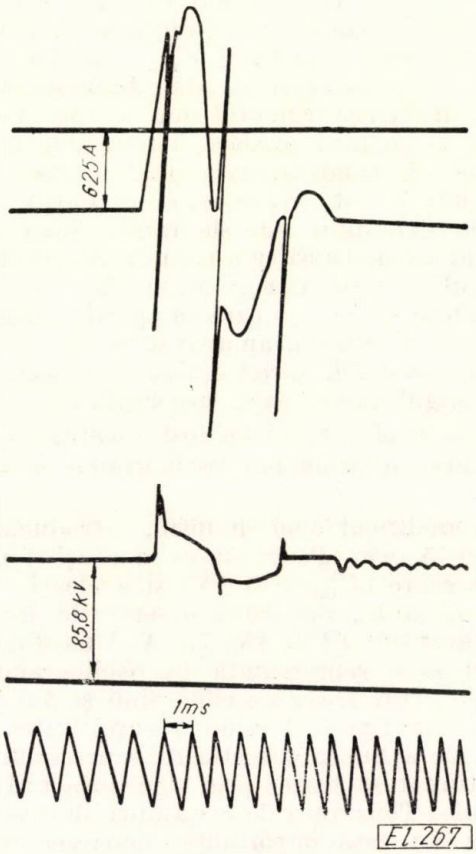


Fig. 7. Oscilograma încercării unei siguranţe de 35 kV, 7,5 A la putere de rupere de 400 MVA. $U_{inc} = 64$ kV, $C_2 = 0{,}75$ μF, $f_i = 192$ Hz.

deconectare, un arc electric în exterior destul de puternic pentru a putea provoca scurtcircuite într-o reţea în care ar fi fost supuse aceloraşi condiţii. Astfel de manifestări exterioare au lipsit la siguranţele cu aceleaşi caracteristici însă de tipul FE (fără dispozitiv de semnalizare).

Încercarea siguranţelor de 15 kV la putere de rupere de 400 MVA a dus la concluzii întrucîtva diferite. Astfel, din oscilograma din figura 8 obţinută la încercarea unei siguranţe FE 15 kV, 3 A, reiese că limitarea curentului s-a produs la valoarea 1 740 A, adică la o valoare mult superioară celei calculate (762 A); curentul însă s-a anulat la prima trecere prin zero a tensiunii. Supratensiunea de deconectare a fost superioară celei admise de VDE 0672/57, şi anume 2,6 U_{max} (55 kV), din acest punct de vedere siguranţa fiind necorespunzătoare. Tensiunea de restabilire de frecvenţă industrială a fost mai mică decît cea corespunzătoare la 15 kV, din cauza curentului nelimitat la valoarea precalculată. Condiţii de încercare: $U_{inc} = 23$ kV, $C_2 = 0$. Suportul firului fuzibil din această siguranţă (fig. 9) se prezintă mult mai bine decît la siguranţele de 35 kV (nu s-a spart, omida de fuziune spiralizată pe suport).

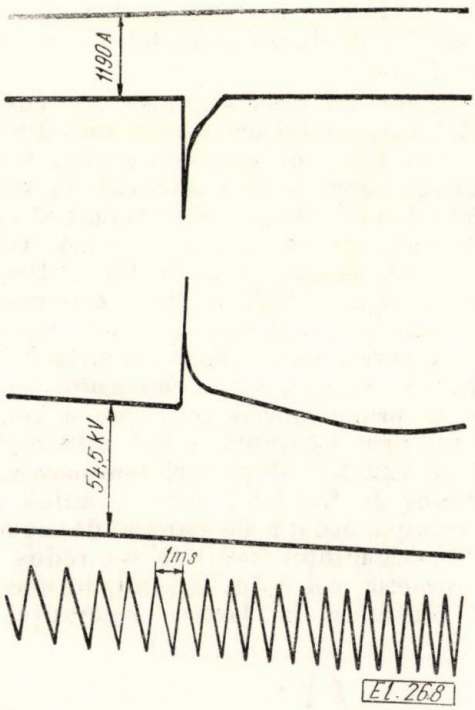


Fig. 8. Oscilograma încercării unei siguranţe de 15 kV, 3 A la putere de rupere de 400 MVA. $U_{inc} = 23$ kV, $C_2 = 0$.

Siguranţa FIT 15 kV, a cărei oscilogramă obţinută la încercare este dată în figura 10, a limitat curentul la 300 A, însă a dat o supratensiune periculoasă (67 kV, adică 3,16 U_{max}. Suportul firului fuzibil se prezintă normal ca în figura 9. În aceleaşi condiţii ca încercarea

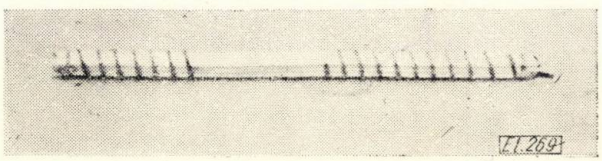


Fig. 9. Suportul firului fuzibil după încercarea din figura 8.

reprezentată în figura 8 s-a făcut şi încercarea reprezentată în figura 11. De data aceasta, limitarea a avut loc la o valoare a curentului foarte apropiată de cea calculată, şi anume 785 A.

Supratensiunea care apare (70 kV) este superioară celei impuse de norme. Suportul fuzibil se prezintă, de asemenea, normal.

S-au mai făcut o serie de încercări pe siguranţe de 15 kV de tipul FE 3 A şi 5 A şi FIT, obţinîndu-se oscilograme similare cu cele pre-

zentate. În toate cazurile, supratensiunile au depășit $2U_{max}$, devenind periculoase pentru izolație în exploatare. Suportul firului fuzibil a

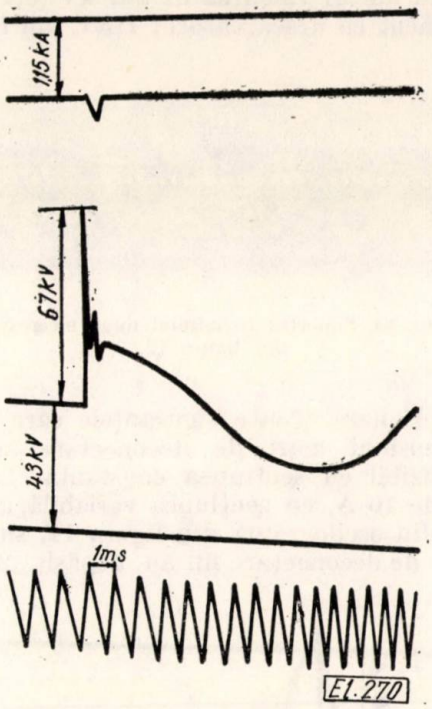


Fig. 10. Oscilograma încercării unei siguranțe FIT-15 la putere de rupere de 400 MVA. $U_{înc} = 23$ kV, $C_2 = 0$.

rezistat în majoritatea cazurilor, uneori însă s-a spart. Omida de fuziune se prezintă normal.

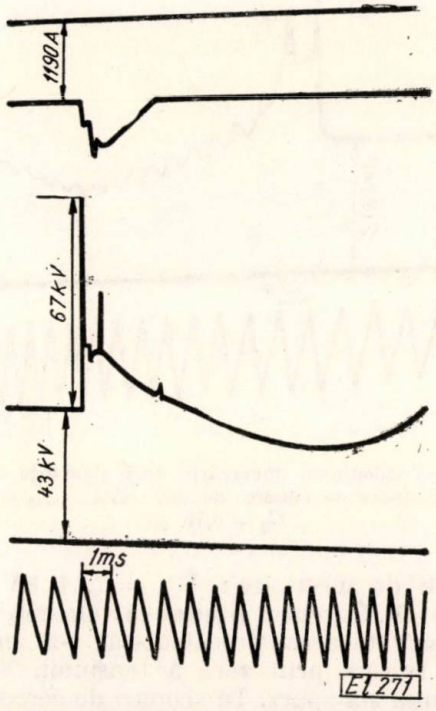


Fig. 11. Oscilograma încercării unei siguranțe de 15 kV, 3 A la putere de rupere de 400 MVA, $U_{înc} = 23$ kV, $C_2 = 0$.

2. Recomandări constructive în vederea obținerii puterii de rupere de 400 MVA

Din oscilogramele și fotografiile prezentate în capitolul precedent se pot trage o serie de concluzii importante în ceea ce privește construcția siguranțelor de înaltă tensiune fabricate în prezent în țară. S-a constatat că funcționarea defectuoasă a siguranțelor de 35 kV, în sensul că nici una nu a limitat curentul de scurtcircuit, se datorește faptului că arcul electric nu a avut lungimea minimă pentru stingere. Din figura 6 se vede că omida de fuziune care indică locul de stabilire a arcului electric este mult mai scurtă decît lungimea spiralizată a firului. Omida de fuziune arată că arcul electric a ales calea cea mai scurtă între capetele siguranței și în felul acesta nu a fost atinsă lungimea minimă de stingere la tensiunea respectivă. Acesta este rezultatul firesc al spiralizării manuale și al supraîncărcării suportului cu fire de rezistivitate mare și secțiune variabilă. Se impune deci spiralizarea fuzibilului pe suport cu dispozitive care să asigure o repartizare a firului fuzibil conform cu condițiile impuse de echilibrul termic al siguranței în regim nominal și de existența mai îndelungată a arcului electric în porțiunea centrală față de porțiunile de capăt. Pentru a evita supratensiunile de deconectare este recomandabil să fie utilizat fuzibilul în trepte [7], soluție pe care se merge în toate țările care au construit siguranțe de înaltă tensiune și mare putere.

Pentru mărirea puterii de rupere trebuie, de asemenea, să se renunțe la bobițele care realizează efectul metalurgic pentru limitarea în timp a curenților de suprasarcină, deoarece aceste bobițe fac ca masa metalului volatilizat de arc să fie mai mare și deci condițiile de stingere ale acestuia, mai grele.

Se recomandă, de asemenea, ca rețeta nisipului de umplere să fie strict respectată, deoarece forma și grosimea omizii de fuziune indică o calitate necorespunzătoare a nisipului, cauzată fie de procentul mare de umezeală, fie de procentul mare de impurități. Nisipul trebuie tasat, de exemplu, pe o masă vibrantă, pentru a evita lipsa de material de umplere, care a fost semnalată la desfacerea siguranțelor de înaltă tensiune încercate. Lipsa de material de umplere îngreuiază atît funcționarea în regim normal, deoarece scade căldura cedată de fuzibil și acesta se încălzește mai mult, cît și în regim de scurtcircuit, deoarece face ca arcul să persiste timp mai îndelungat, lucru constatat la siguranțele încercate prin volatilizarea bridei de prindere a fuzibilului. În ceea ce privește suportul fuzibilului, acesta trebuie făcut dintr-un material rezistent la temperaturi mari locale, un material de tipul șamotă, deoarece la toate siguranțele de 35 kV s-a constatat că suportul de porțelan s-a spart.

La același tip de siguranță, materialul ceramic (patron și suport) prezintă curburi neadmisibile care fac dificilă funcționarea atît în regim normal, cît și în regim de scurtcircuit. De asemenea, trebuie îmbunătățit sau înlocuit sistemul actual de semnalizare, deoarece constituie un pericol, putînd provoca scurtcircuite în rețele. La siguranțele de 15 kV, deși limitarea curentului a avut loc, supratensiunile de deconectare mari pun în pericol izolația rețelei în care sînt conectate. Recomandarea de a se folosi firul în trepte executat din material și nu prin lipire este esențială pentru eliminarea supratensiunilor periculoase. Pentru a se demonstra că numai erori de ordin tehnologic, ca acelea semnalate, au făcut ca siguranțele de 35 kV să nu limiteze curentul de scurtcircuit s-au executat încercări pe siguranțe executate la ICET după documentația UEP—Craiova.

Aceste siguranțe în care firul fuzibil era de cupru și nu de argint, deci condiții mai grele de funcționare la scurtcircuit, au limitat curentul, însă au dat supratensiuni mari de deconectare din cauza secțiunii uniforme a fuzibilului. În figura 12 este prezentată oscilograma unei siguranțe de 35 kV, 3 A. Curentul

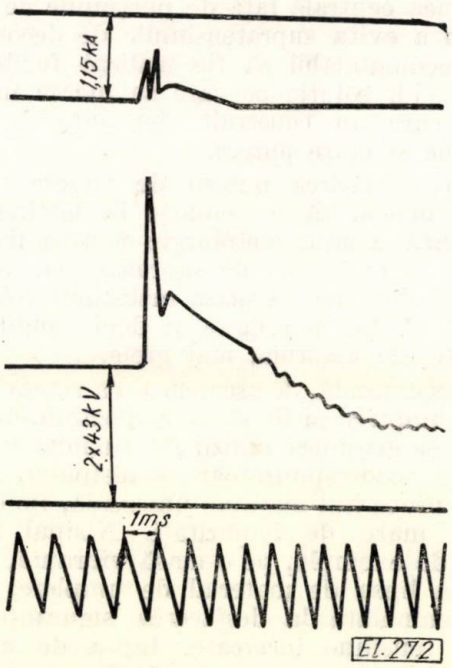


Fig. 12. Oscilograma încercării unei siguranțe de 35 kV, 3 A cu fuzibilul de cupru, la putere de rupere de 400 MVA. $U_{inc} = 52{,}3$ kV, $C_2 = 0{,}75$ μF.

a fost limitat la valoarea de 690 A, iar supratensiunea de 125 kV (2,54 U_{max}). Condiții de încercare: $U_{inc} = 52{,}3$ kV, $C_2 = 0{,}75$ μF. Suportul firului fuzibil nu s-a spart în cazul de față (fig. 13). Au fost făcute o serie de astfel de încercări pe siguranțe de 35 kV și 2; 3; 5; 7,5 și 10 A. S-a constatat că siguranțele de 2; 3; 5; 7,5 A limitează curentul la o valoare apropiată de cea precalculată, însă supratensiunile au depășit pe cele admise de norme, atîngînd uneori valoarea de 167 kV (3,4 U_{max}), și au făcut ca descărcătorul DRV din figura 1

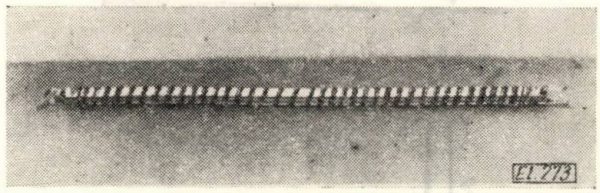


Fig. 13. Suportul fuzibilului după încercarea din figura 12.

să funcționeze. Toate siguranțele care au dat supratensiuni mari de deconectare au avut firul fuzibil cu secțiunea constantă. La siguranța de 10 A, cu secțiunea variabilă, așa cum reiese din oscilograma din figura 14, supratensiunile de deconectare nu au depășit 2 U_{max}.

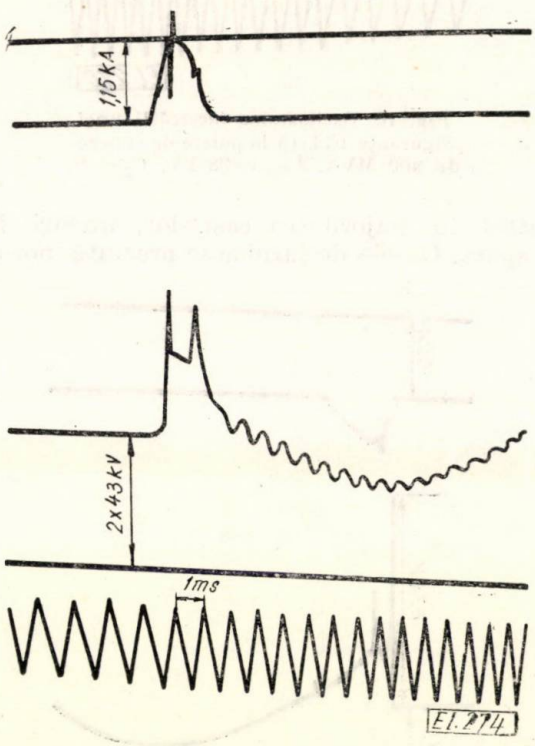


Fig. 14. Oscilograma încercării unei siguranțe de 35 kV, 10 A la putere de rupere de 400 MVA. $U_{inc} = 72{,}4$ kV, $C_2 = 0{,}75$ μF.

Condiții de încercare: $U_{inc} = 72{,}4$ kV; $C_2 = 0{,}75$ μF. Curentul limitat la valoarea 1 820 A (aproape valoarea precalculată) s-a anulat la prima trecere prin zero a tensiunii. Suportul fuzibilului s-a spart. În scopuri de cercetare s-a oscilografiat supratensiunea pe care o dă fuzibilul de lungimea și secțiunea porțiunii centrale

din siguranța încercată anterior, precum și supratensiunea dată de un fuzibil de lungimea și secțiunea părții marginale. În ambele cazuri, curenții nu au fost limitați, deoarece arcul electric nu avea lungimea minimă pentru stingere. Supratensiunile date în primul moment sînt de valori apropiate cu cele două supratensiuni din figura 14, ceea ce demonstrează valabilitatea teoriei deconectării scurtcircuitelor fără supratensiuni periculoase în cazul firului profilat [6].

3. Concluzii

1. Dezvoltarea continuă a sistemului energetic național impune, printre altele, o reconsiderare a performanțelor aparatajului de înaltă tensiune.

Dată fiind creșterea puterii de scurtcircuit în rețelele de înaltă tensiune se pune problema îmbunătățirii performanțelor siguranțelor de înaltă tensiune care au corespuns pînă în prezent la putere de rupere, dar care în viitor vor fi depășite.

2. Încercările efectuate pe siguranțele construite în prezent în țară arată că aceste siguranțe nu au o rezervă de putere de rupere care să asigure o funcționare corectă în viitor deoarece, încercate la 400 MVA, s-au comportat, în general, nesatisfăcător.

3. Pentru obținerea de performanțe ridicate sînt necesare, în principiu, următoarele îmbunătățiri:

— firul fuzibil să fie confecționat astfel încît să poată deconecta corect curentul de scurtcircuit mărit (firul profilat);

— cercetarea materialului de umplutură cel mai adecvat din punct de vedere fizico-chimic;

— sistemul de semnalizare să asigure o semnalizare corectă, fără manifestări exterioare ale arcului electric;

— piesele de ceramică să fie reconstruite, pentru asigurarea funcționării corecte a siguranței la putere de rupere.

4. Încercările în circuit oscilant ale siguranțelor de înaltă tensiune la putere de rupere au demonstrat validitatea acestor încercări în comparație cu încercările efectuate într-un laborator dotat cu generatoare de șoc (Bechovice) în ceea ce privește funcționarea siguranțelor, cu diferența că în ultimul caz solicitările mecanice au fost mai evidente, așa cum a fost semnalat în lucrarea [2].

Bibliografie

[1] *Kaplan, V. V.* și *Naşatîr V. M.* Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune limitatoare de curent în circuit oscilant. In: Elektricestvo **77**, nr. 5, 1956, p. 67–73.

[2] *Marinescu, I.* Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune și mare putere în circuit oscilant (scheme de încercare, fenomene fizice). In: Electrotehnica **11**, nr. 4, 1963, p. 136–140.

[3] *Marinescu, I., Popov, M.* și *Tătaru, N.* Folosirea calculatorului analogic la rezolvarea circuitelor cu trei și patru acumulatoare de energie. In: Electrotehnica **9**, nr. 10, 1961, p. 358–366.

[4] *Rüdenberg, R.* Fenomene tranzitorii în sistemele electroenergetice. București, Editura tehnică, 1959.

[5] *Avramescu, A.* A vezetők zárlati melegedésének számításáról. In: Elektrotechnika **50**, nr. 10–12, 1957, p. 392–400.

[6] *Baxter, H. W.* Synthetic tests on fuse links. Possibilities of using an oscillation circuit. In: Electrical Times **138**, nr. 17, 1960, p. 629–631.

[7] *Kriechbaum, K.* Neue Hochspannungs – Hochleistungssicherungen. In: AEG Mitt. **47**, nr. 7–8, 1957, p. 265–270.

Intrat în redacție la 18.III.1963

Contribuţii la studiul caracteristicilor magnetice ale unui oţel extra-moale pentru circuite magnetice cu cîmpuri intense

Mircea Ianovici, Dante Cosma, Mihai Drosu şi Buţu Rottenstein*

Construcţia electromagneţilor utilizaţi în laboratoare de cercetare sau în compunerea unor aparate speciale (magnetometre, spectrometre etc.) necesită materiale magnetice de înaltă permeabilitate, pure şi omogene. Se prezintă contribuţii la elaborarea şi măsurarea acestor materiale.

CZ 621.318.22.017.32 : 538.213

Realizarea circuitului magnetic pentru o serie de aparate cu performanţe ridicate cere întrebuinţarea unui oţel moale, cu conţinut cît mai redus de impurităţi, cunoscut în general sub denumirea de oţel extra-moale**. Dacă în ce priveşte cerinţele magnetice pentru aparatajul curent (de exemplu relee) pretenţiile în privinţa purităţii materialului magnetic întrebuinţat nu sînt atît de ridicate, în schimb pentru unele aparate necesare la cercetări în fizica modernă (electromagneţi pentru cîmpuri intense şi omogene, circuite magnetice pentru spectrometre, separatoare electromagnetice de izotopi etc.), gradul de puritate şi omogenitate al materialului trebuie să fie suficient de mare pentru a putea permite realizarea aparatajului respectiv la un nivel calitativ cît mai ridicat.

Materialul şi metoda cercetărilor

Măsurările de faţă au pornit de la necesitatea determinării performanţelor magnetice ale oţelului extra-moale fabricat în ţară, care urma să servească la realizarea circuitului magnetic al unui electromagnet cu cîmp intens, necesitînd performanţe de material deosebit. Realizarea acestui oţel era deosebit de necesară atît în scopuri industriale, cît şi în cercetarea ştiinţifică. De aceea, obţinerea în ţară a unui oţel cu asemenea calităţi suficient de pur a fost de mare importanţă. S-a creat totodată posibilitatea de a se construi o serie de aparate necesare cercetărilor de fizică.

Ca obiect al cercetărilor a servit oţelul respectiv elaborat de Institutul de Cercetări Metalurgice (ICEM) şi de Uzinele „Vulcan" din Bucureşti.

Elaborarea experimentală a oţelului de acest tip în cadrul ICEM s-a realizat într-un cuptor electric cu arc de 500 kg cu transformator de 400 kVA. În cursul elaborării s-a încercat să se respecte prescripţiile tehnologice ale oţelurilor speciale şi unele particularităţi ale oţelurilor la care se cer conţinuturi mici de carbon, mangan, siliciu, fosfor, sulf, oxigen, hidrogen şi azot.

La acest oţel solidificarea făcîndu-se în fază alfa (delta) solubilitatea gazelor este mică, iar cantitatea de gaze eliberate din soluţie este mare şi, deci, există tendinţa de formare a suflurilor. Realizarea unor oţeluri cu carbon scăzut ($< 0{,}04\,\%$) impune creşterea vitezei de reacţie a reactanţilor. Cum aceasta variază exponenţial cu temperatura, este necesar un nivel termic ridicat, fără însă ca acesta să depăşească anumite valori peste care are loc o creştere bruscă a solubilităţii gazelor.

Evitarea formării suflurilor a fost realizată pe diferite căi, dintre care menţionăm :

— viteza de decarburare mare ;

— micşorarea înainte de evacuarea şarjei a solubilităţii gazelor prin răcirea băii, pînă aproape de solidificare.

Conţinuturile scăzute de carbon au fost realizate prin folosirea oxigenului în perioada de decarburare, care s-a efectuat la un nivel termic ridicat.

Acest conţinut scăzut de carbon se poate observa din microstructura oţelului elaborat la ICEM (fig. 1 şi 2). Se vede că în structură apare odată cu ferita şi perlita, pe măsura creşterii conţinutului de carbon [3].

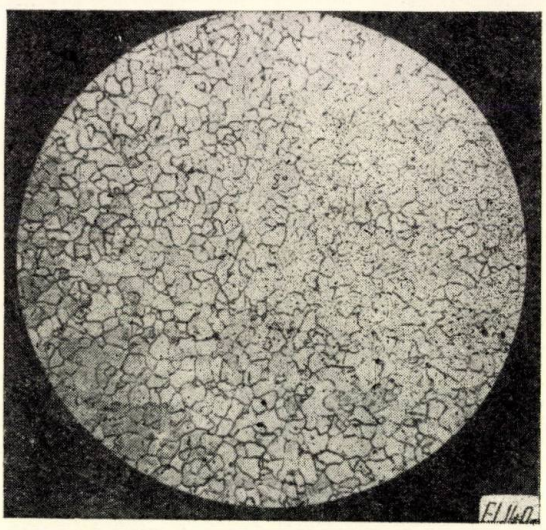


Fig. 1. Microstructura oţelului extra-moale elaborat la ICEM (structură : ferită).

* Ing. *M. Ianovici* este inginer principal la Institutul de fizică atomică al Academiei R.P.R. ; ing. *D. Cosma* este şef de secţie şi ing. *B. Rottenstein* cercetător la Institutul de cercetări metalurgice ; ing. *M. Drosu* este şef adj. de sector la Uzinele Vulcan Bucureşti.

** În unele ţări acest oţel este uneori denumit „ARMCO".

Probele luate din aceste şarje, elaborate la ICEM, se apropie din punctul de vedere al

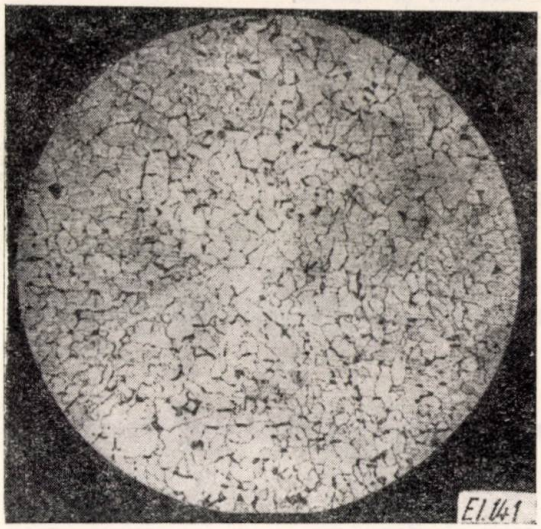


Fig. 2. Microstructura oţelului extra-moale elaborat la ICEM (structură : ferită + perlită).

compoziţiei chimice de oţelurile străine cele mai bune (tabela 1) [1], [2] şi pe aceste probe s-au făcut primele măsurări magnetice. Mai tîrziu, după ce aceste încercări au dat rezultate bune din punctul de vedere al proprietăţilor magnetice, s-a trecut la elaborarea unor şarje de oţel de tip ARMCO pe scară industrială la uzinele „Vulcan", valoarea maximă a impurităţilor fiind dinainte impusă, astfel ca să se apropie de şarjele de la ICEM.

La elaborarea şi turnarea industrială formele de turnare s-au executat respectînd o tehnologie corespunzătoare, cu maselotaj suplimentar, turnare liniştită, prin sifon, asigurînd o compresibilitate maximă a miezurilor, pentru evitarea crăpăturilor la cald.

Din acest material a fost apoi elaborat la I.F.A. un electromagnet pentru cîmpuri intense (40 000 Oe). Compoziţia chimică a probelor luate din materialele elaborate la ICEM şi la Uzinele „Vulcan" din Bucureşti este dată în tabela 2.

Studiul proprietăţilor magnetice ale acestui oţel de tip ARMCO a fost efectuat în următoarea ordine :

I. Ridicarea curbei de magnetizare a unor probe de oţel cu diferite compoziţii chimice, elaborat în ţară în stare netratată.

Tabela 1

Tipul de fier	C%	Mn%	S%	P%	Si%	Cu%	Total impurităţi %
Fier electrolitic [2]	0,005—0,01	0,002—0,005	0,002—0,005	0,002—0,005	0,002—0,010	0,002—0,02	0,020—0,070
Fier topit în vid [2] (Yensen şi Ziegler)	0,001	—	0,003	0,003	—	—	—
Oţel sovietic [1]	0,025	0,035	0,025	0,15	0,05	0,08	0,365
Oţel austriac	0,034	0,20	0,019	0,006	0,01	0,11	0,379
Oţel englez*)	0,012	0,017	0,025	0,005	urme	—	0,059
Oţel suedez*)	0,028	urme	0,005	0,002	0,15	—	0,185

Tabela 2

	Nr. probei	C%	Mn%	S%	P%	Si%	Cu%	Total impurităţi %
Probe Uzinele Vulcan	1	0,02	0,06	0,02	—	0,015	0,04	0,155
	2	0,04	0,05	0,03	0,006	0,018	0,08	0,224
	3	0,02	0,09	0.19	0,02	0,003	0,09	0,413
	4	0,05	0,18	urme	0,016	0,003	0,08	0,329
Probe ICEM	5	0,03	0,08	0,01	0,013	0,02	0,04	0,193
	10	0,04	—	0,18	0,08	0,010	—	0,310*)
	12	0,03	0,05	urme	0,012	0,030	—	0,122*)

*) Total impurităţi fără a socoti şi cuprul al cărui conţinut nu a fost dozat.

II. Tratamente termice în diferite condiţii pentru îmbunătăţirea caracteristicilor magnetice şi determinarea acestora.

III. Determinarea celorlalţi parametri magnetici pentru materialul care a dat cele mai bune rezultate.

IV. Verificarea caracteristicilor materialului utilizat la un electromagnet pentru cîmpuri intense (40 000 Oe).

I. *Ridicarea curbei de magnetizare a unor probe de oţel, elaborat în ţară, cu diferite compoziţii chimice, în stare netratată*

În afară de probele de la ICEM şi de la Uzinele „Vulcan", alese după compoziţia chimică (tabela 2) în comparaţie cu compoziţia chimică a materialelor străine (tabela 1), citate de Zaimovski şi Uşov [1] şi K. Hoselitz [2], am făcut măsurări şi asupra unor probe de oţel străin, a cărui compoziţie chimică se găseşte tot în tabela 1.

Măsurările magnetice au fost efectuate pe probe de formă toroidală cu dimensiuni potrivite, astfel ca să se obţină o distribuţie uniformă de flux pe întreaga secţiune transversală ($\Phi_e = 72$ mm, $\Phi_i = 60$ mm, $h = 18$ mm). Probele au fost bobinate cu 412 spire, putîndu-se astfel obţine un cîmp de peste 100 Oe cu un curent furnizat de o baterie de acumulatoare de 6 V. Măsurările au fost efectuate prin montaj clasic pentru ridicarea curbei de magnetizare cu galvanometru balistic. Pentru comparaţie am ridicat şi curba de magnetizare a unor materiale străine. Rezultatele sînt reprezentate în diagramele din figurile 3 şi 4 în care au fost reproduse, după Zaimovski şi Uşov [1], curbe corespunzătoare pentru probe de oţel elaborat în U.R.S.S. şi Suedia.

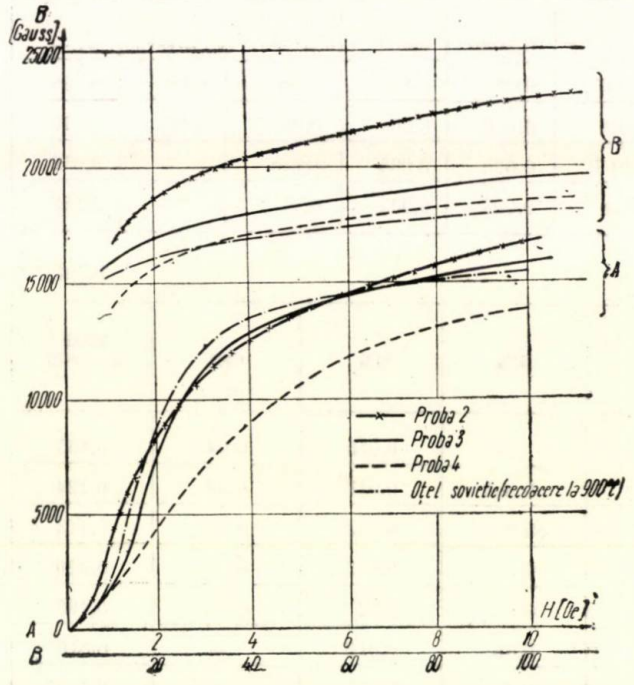


Fig. 3. Curbele de magnetizare ale oţelului extra-moale elaborat de ICEM în stare netratată şi ale oţelului sovietic tratat. Numerele probelor corespund cu cele din tabela 2.

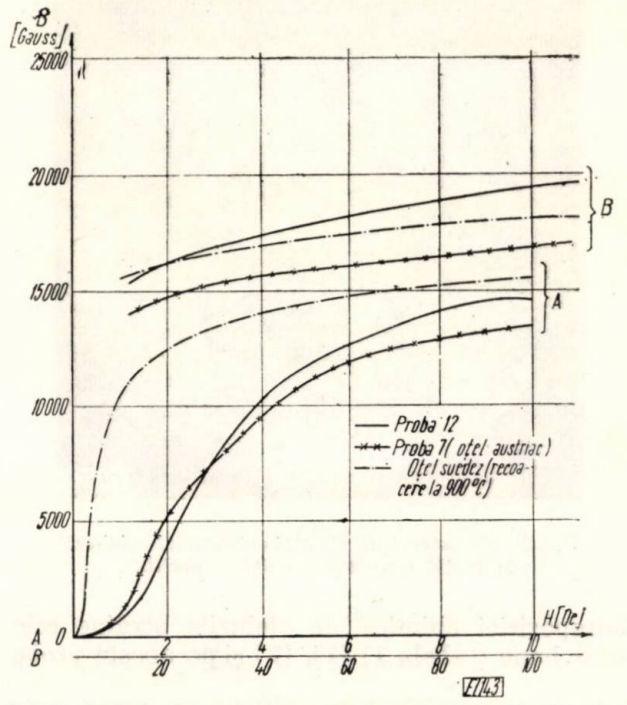


Fig. 4. Curbele de magnetizare ale oţelului extra-moale studiat şi ale celui austriac în stare netratată şi suedez tratat. Proba 12 este cea din tabela 2, iar proba 7 este oţel austriac, tabela 1.

Curbele au fost reunite în două diagrame pentru o mai bună claritate. Din diagramă se vede că în domeniul 0—110 Oe, în care au fost efectuate măsurările, se pot deosebi două regiuni distincte, care au fost diferenţiate prin trasarea curbelor la scări diferite. În regiunea 0 : 10 Oe valorile inducţiei B la aceeaşi valoare de cîmp H ale probelor de oţel de tip extra-moale ICEM şi Uzinele „Vulcan" sînt în general mai mici decît ale oţelului respectiv sovietic şi mult mai mici decît ale oţelului suedez. În schimb, de la 10 Oe în sus am obţinut pentru toate probele valori ale inducţiei superioare celor ale materialelor străine. Valorile inducţiei oţelului austriac determinate pe probe de acelaşi tip cu probele ICEM şi Uzinele „Vulcan" se înscriu în acelaşi domeniu ca cel al valorilor inducţiei probelor din material indigen. Performanţele mai bune indicate de Zaimovski şi Uşov pentru oţelul sovietic şi suedez se explică prin faptul că ele au fost stabilite pe materiale tratate termic (recoapte la 900 °C). Întrucît pentru scopul propus erau foarte importante valorile magnetizării superioare celei de saturaţie, obţinute în cîmpuri mari (> 100 Oe), considerarea din acest punct de vedere a materialelor cercetate a condus la concluzia că oţelul de tip extra-moale produs în ţară are o curbă de magnetizare mai bună decît a materialelor străine.

Am făcut o oarecare apreciere a gradului de omogenitate a materialului prin efectuarea de măsurări pe două probe prelevate din același lingou, din două regiuni diferite. Unul din lingouri s-a dovedit a fi omogen, diferențele fiind mai mici de 5%. La al doilea lingou materialul a fost mai puțin omogen, obținîndu-se valori ale inducției diferite între ele cu 25÷30%. Aceste rezultate pun în evidență necesitatea tratamentului termic în vederea omogenizării.

II. *Tratamente termice în diferite condiții pentru îmbunătățirea caracteristicilor magnetice și determinarea acestora*

Deși materialul netratat termic a dat rezultate satisfăcătoare din punct de vedere magnetic, am încercat unele scheme de tratament termic pentru a vedea în ce măsură acestea vor îmbunătăți caracteristicile magnetice.

Schemele de tratament termic aplicate au fost următoarele :

1. Recoacerea la 920°C timp de 30 min.
2. Călire de la 900°C și revenire la 250°C timp de 10 h.
3. Tratament special de recoacere după G. Voigt [4].

Aceste trei tratamente au fost efectuate într-un cuptor cu atmosferă obișnuită.

4. Recoacere la 900°C în vid.

Primul tratament a fost efectuat asupra probelor nr. 1, 2, 3, 4, 5. Tratamentul a constat din : încălzire la 920°C ; menținere la această temperatură timp de 30 min ; răcire cu cuptorul. Rezultatele au fost următoarele : pînă la cîmpuri de intensitate 4—5 Oe inducția B a crescut. De exemplu, pentru valoarea de cîmp de 2,5 Oe, creșterile sînt : proba 1 — 7,6% ; proba 2—11,4% ; proba 3 — 33,4% ; proba 4—52,5% ; proba 5— 40%. De la cîmpuri mai mari de 5 Oe, inducția B a scăzut și pentru $H = 110$ Oe scăderile sînt: proba 1—11,2%; proba 2—22,5%; proba 3—3,5% ; proba 4 — 10,6% ; proba 5 — 11,5%. În acest fel, după cum se vede din diagrama din figura 5, alura curbei se apropie de cea pentru oțelul suedez recopt la 900°C.

Al doilea tratament a fost efectuat asupra probelor supuse inițial primului tratament. El a constat din : încălzire la 900°C circa 30 min urmat de răcire bruscă în apă. A urmat apoi o revenire la 250°C timp de 10 h. În urma acestui tratament, proprietățile magnetice au scăzut mult, atît în prima cît și în a doua porțiune a curbei de magnetizare. Tratamentul s-a dovedit defavorabil pentru proprietățile magnetice. Această modificare s-ar putea atribui atît tensiunilor interne provocate de modificarea bruscă a temperaturii, cît și proceselor de precipitare.

S-a încercat un al treilea tratament recomandat de G. Voigt [4]. El a fost efectuat pe probele 2 și 5, care suferiseră cele două tratamente anterioare, și pe două probe tăiate din aceleași lingouri ca și probele 2 și 5, dar care nu fuseseră încă tratate termic. Tratamentul a constat din : încălzire timp de o oră pînă la 930°C ; menținere opt ore la 930°C ; 83 ore răcire de la 930°C la 100°C cu 10°C/h, adică menținere la temperatură

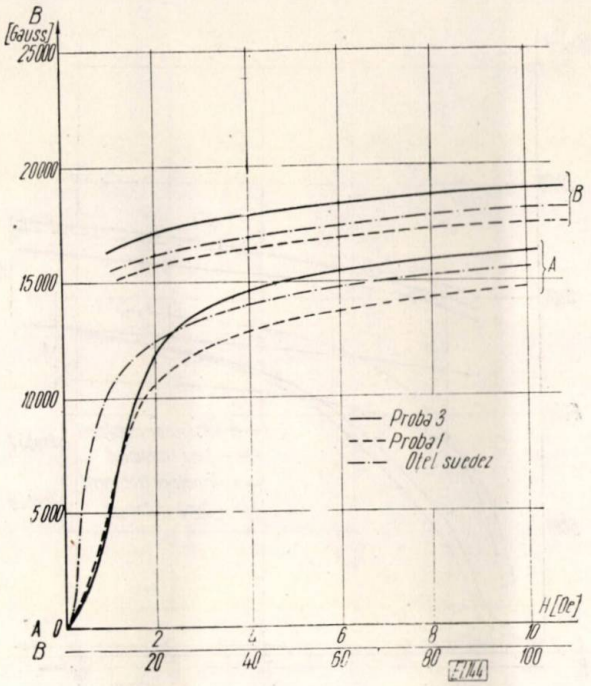


Fig. 5. Curbele de magnetizare ale probelor ICEM și oțel suedez după tratament termic.

ridicată în vederea omogenizării materialului și o răcire lentă pentru evitarea generării tensiunilor interne. Tratamentul a dat aceleași rezultate ca și primul. Probele tratate înainte au dat rezultate slabe pe toată porțiunea curbei de magnetizare, proprietățile lor fiind înrăutățite de tratamentul al doilea. La probele încă netratate s-a observat : la cîmpuri mici (1,5 Oe) o creștere a inducției B cu : proba 2 — 46% ; proba 5 — 230% ; la cîmpuri mari (50 Oe) în schimb o scădere simțitoare a inducției B cu : proba 2—18% ; proba 5—31%.

Din rezultatele obținute cu aceste tratamente rezultă :

1. Tratamentul prin călire și revenire înrăutățește caracteristicile magnetice.
2. Tratamentul prin recoacere îmbunătățește caracteristicile magnetice la valori mici de cîmp și le înrăutățește la valori mari de cîmp. Pentru lămurirea fenomenelor constatate mai sînt necesare lucrări suplimentare.

Ultimul tratament încercat a fost o recoacere la 980°C, în următoarele condiții : încălzire pînă la 980°C/5 h, menținere de 5 h la 980°C, răcire pînă la 600°C cu 50°C/h și apoi o răcire lentă cu cuptorul pînă la temperatura camerei. Probele (împreună cu piesele polare confecționate pentru un electromagnet) au fost închise într-o cutie etanșă, vidată la minimum $1{,}5 \cdot 10^{-1}$ mm Hg. Cutia a fost așezată într-un cuptor.

Acest tratament a fost aplicat unor probe de oţel străin. În urma tratamentului, inducţia B a crescut pe toată curba de magnetizare după cum se vede în figura 6, creşteri mai însemnate

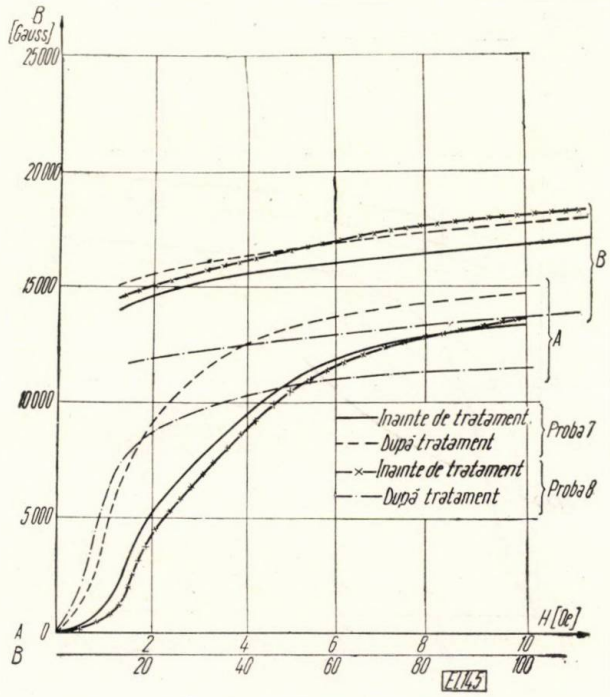


Fig. 6. Curbele de magnetizare ale oţelului austriac înainte şi după tratament termic.

avînd loc însă la valori mici de cîmp ($H = 2{,}5$ Oe creşterea 350% , $H = 115$ Oe creşterea 4,7%). Acelaşi tratament a fost aplicat şi unei probe martor din acelaşi material, pusă însă în atmosfera obişnuită a cuptorului. Ea prezintă aceeaşi creştere puternică a inducţiei la valori mici de cîmp ($H = 2{,}5$ Oe $+ 65{,}5\%$) şi scădere la valori mari de cîmp ($H = 112{,}5$ Oe -24%).

Aceste două probe numerotate cu numerele 7 şi respectiv 8 au curbele de magnetizare înainte şi după tratament reprezentate în figura 6.

Din aplicarea schemelor de tratament termic rezultă :

1. Tratamentul prin recoacere aduce o îmbunătăţire la valori de cîmp mici. Deci, dacă se urmăreşte construcţia unui instrument magnetic care să aibă inducţii pînă la aproximativ 10 000 gauss, se poate realiza prin tratamentul termic al pieselor o importantă economie de amperspire.

2. La valori mari de cîmp, tratamentul este eficient numai în vid şi atunci creşterile inducţiei nu sînt însemnate.

Această concluzie este în concordanţă cu rezultatele obţinute de alţi autori şi ca exemplificare am reprodus în figura 7 diagrama dată de M.G. Say [5], din care se vede tocmai importanţa mică a tratamentului termic la valori mari de cîmp.

Din această cauză piesele electromagnetului pentru cîmpuri intense (40 000 Oe) executat din acest material nu au fost tratate termic.

În urma acestor încercări, în vederea confecţionării electromagnetului am trecut la materialul probelor 10 şi 12 din oţel turnat în condiţii industriale (la Uzinele „Vulcan").

III. *Determinarea celorlalţi parametri magnetici pentru materialul care a dat cele mai bune rezultate*

Dintre probele luate din materialul turnat la Uzinele „Vulcan" cele mai bune rezultate le-a dat proba 12 şi din această cauză asupra acestui material s-au făcut o serie de determinări pentru a-i găsi ceilalţi parametri magnetici, care au fost comparaţi cu cei daţi în literatură pentru materiale magnetice de tipul acestui oţel. Aceşti parametri caracteristici determinaţi au fost :

1. Permeabilitatea maximă şi iniţială.
2. Ciclul de histerezis.
3. Cîmpul coercitiv, inducţia remanentă şi variaţia acestora în diferite condiţii.
4. Pierderile specifice.
5. Variaţia inducţiei maxime cu temperatura.

Determinările au fost făcute mai întîi pe o probă netratată termic, apoi repetate pe aceeaşi probă recoaptă în aer la 920°C.

III. 1. *Permeabilitatea.* S-au calculat valorile $\mu_{r\,max}$ făcînd raportul $\frac{B\,[\text{gauss}]}{H\,[\text{Oe}]}$ şi s-au trasat curbele $\mu_r = f(H)$ înainte şi după tratamentul termic (fig. 8). Valoarea maximă a lui μ_r

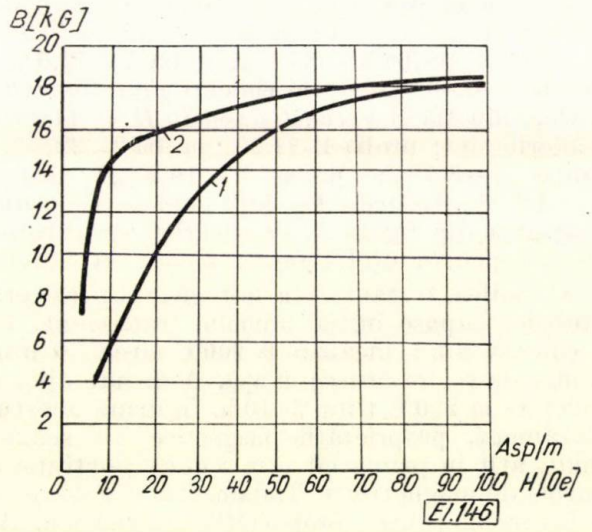


Fig. 7. Curbele de magnetizare ale oţelului de tip extra-moale netratat şi după tratament termic (după M. G. Say) : *1* — material forjat; *2* – materialul după tratament termic.

creşte în urma tratamentului de la 2 540 G/Oe la 4 300 G/Oe. De asemenea am calculat permeabilitatea iniţială a materialului netratat, ridicînd curba de magnetizare la valori mici de

cîmp ($H < 1$ Oe), calculînd μ_i și trasînd curba $\mu_i = f(H)$ (fig. 9). S-a determinat apoi grafic valoarea $\mu_i = 255$ G/Oe. Pentru comparație s-au reunit în tabela 3 valorile $\mu_{r\,max}$ și μ_i pentru diferite tipuri de fier după K. Hoselitz [2].

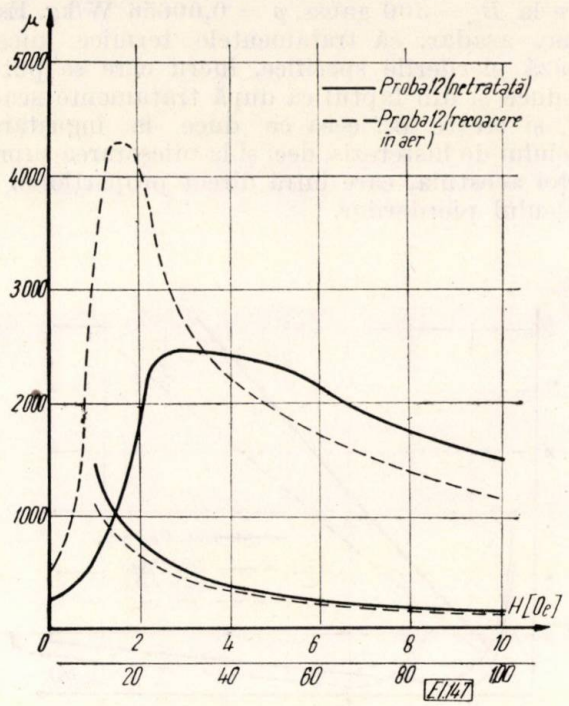


Fig. 8. Variația permeabilității la proba 12.

De asemenea pentru oțel de tip ARMCO suedez tratat termic, Roters [6] dă valoarea

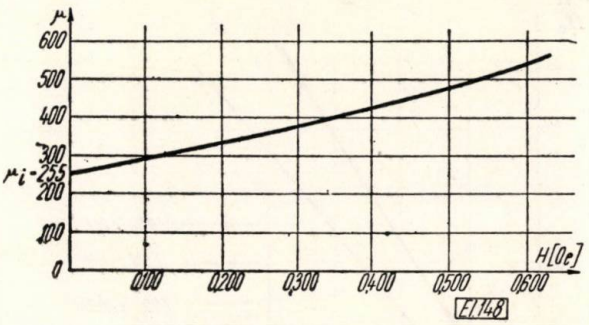


Fig. 9. Calculul permeabilității inițiale la proba 12.

$\mu_{r\,max} = 5\,500$ și pentru alt oțel moale $\mu_{r\,max} = 3\,200$ (tab. II art. 33 p. 69). Se vede deci că valoarea găsită la oțelul produs la Uzinele „Vulcan" după tratament termic, $\mu_{r\,max} = 4300$, se apropie de valorile date în literatură. Aceeași creștere a valorii $\mu_{r\,max}$ după tratament termic s-a observat și la celelalte probe de oțel de tip ARMCO produs la ICEM, aceste valori fiind apropiate de cele date pentru materialele străine (anexa 1).

III.2. *Ciclul histerezis.* Am trasat ciclul de histerezis pentru proba 12 netratată (fig. 10). Acest ciclu a servit ca bază de calcul pentru pierderile specifice ale materialului (vezi § III.4).

III.3. *Cîmpul coercitiv, inducția remanentă și variația acestora în diferite condiții.* Prin trasarea ciclurilor de histerezis la diferite valori de cîmp maxime (H_m) am determinat variația cîmpului coercitiv și a inducției remanente în diferite condiții de lucru ale materialului. Un material de acest gen cît mai bun e caracterizat de un cîmp coercitiv cît mai mic și de o inducție remanentă cît mai mare. Am comparat valorile găsite cu cele date de Roters [6] pentru oțelul

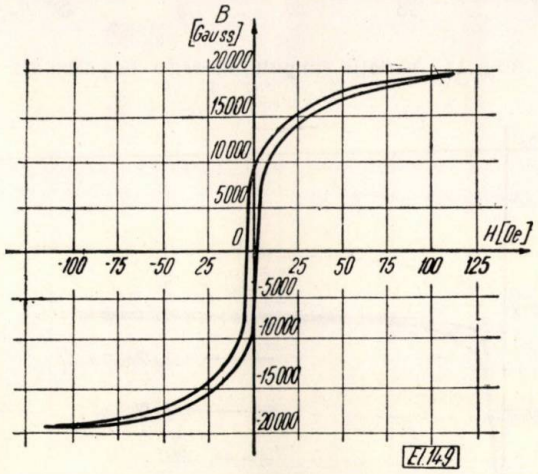


Fig. 10. Ciclul de histerezis la proba 12.

de tip ARMCO suedez, trasînd curbele $H_c = f(H_m)$, $B_r = f(H_m)$, $H_m/H_c = f(H_m)$ și $H_m/B_r = f(H_m)$ pentru oțelul produs de Uzinele „Vulcan" și oțelul suedez pe aceleași diagrame. Se vede că în urma tratamentului termic valoarea H_c scade ajungînd chiar la valori mai mici decît cele date pentru oțelul suedez (fig. 11). În schimb, valoarea inducției remanente n-a crescut în urma tratamentului aplicat (recoacere în aer) (fig. 12). Același lucru se poate constata și din diagramele valorilor raportate (fig. 13 și 14). Pentru celelalte probe de oțel

Tabela 3

Tipul de oțel	Fier electrolitic	Fier topit în vid (Yensen și Ziegler)	Oțel englez	Oțel suedez	Tablă 01 nealiată	Oțel netratat	Oțel recopt în aer
$\mu_{r\,max}$	20 000	207 500	5 000	2 500	5 500	2 540	4 300
μ_i	250	—	500—1 000	—	250	255	—

de tip ARMCO se poate trage aceeaşi concluzie : cîmpul coercitiv a scăzut la toate probele în urma recoacerii în aer sau în vid, în timp ce inducţia remanentă a crescut doar la unele probe în urma aceluiaşi tratament (anexa 2).

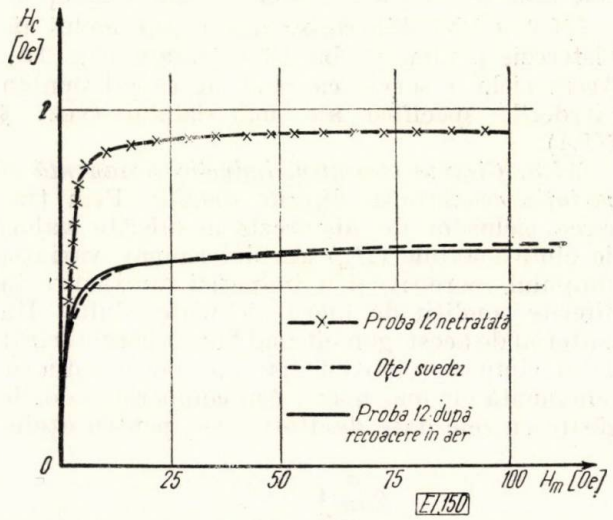


Fig. 11. Variaţia cîmpului coercitiv la proba 12.

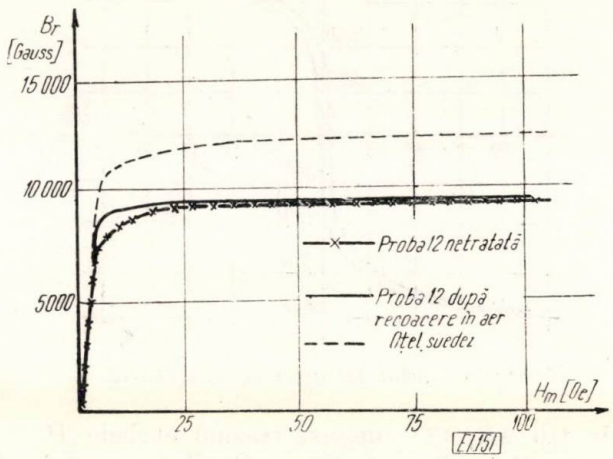


Fig. 12. Variaţia inducţiei remanente la proba 12.

III.4. *Pierderile specifice.* S-au determinat pierderile specifice prin histerezis din suprafeţele ciclurilor trasate pentru diferite valori de cîmp, deci corespunzînd la diferite valori ale inducţiei maxime, cu formula clasică :

$$P_{[\text{ergi/kg}]} = \frac{W_{50}}{\gamma_{Fe}} \text{ unde : } W_{50\,[\text{ergi/cm}^3]} =$$

$$= W_H \cdot f \quad f = 50\,\text{Hz}$$

şi $W_H = \frac{S \cdot \alpha \cdot \beta}{4\pi}$ unde α şi β sînt scările pentru cîmp şi inducţie.

Din diagrama $p_{[\text{W/kg}]} = f(B)$ (fig. 15) se vede că aceste pierderi sînt mult mai mici decît cele date de Roters [6] pentru un fier cu siliciu puţin. De asemenea s-au calculat pierderile totale (histerezis şi curenţi Foucault) la 3 probe (12, 7, 5). Astfel, pentru proba 12 la $B_m = 283$ gauss am obţinut $p = 0{,}0403$ W/kg, iar pentru proba 7 (oţel austriac) tratat termic în vid la $B_m = 266$ gauss, $p = 0{,}0194$ W/kg. Proba 5 care a suferit cele 3 tratamente termice indicate în § II are la $B_m = 300$ gauss, $p = 0{,}00656$ W/kg. Este clar, aşadar, că tratamentele termice micşorează pierderile specifice, lucru care se putea deduce şi din faptul că după tratamente scade H_c şi creşte B_r, ceea ce duce la îngustarea ciclului de histerezis, deci şi la micşorarea suprafeţei acestuia, care intră direct proporţional în calculul pierderilor.

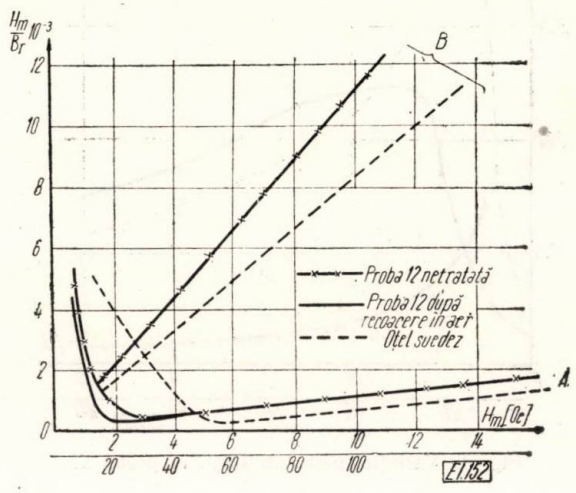


Fig. 13. Variaţia raportului $\frac{H_m}{B_r}$ la proba 12.

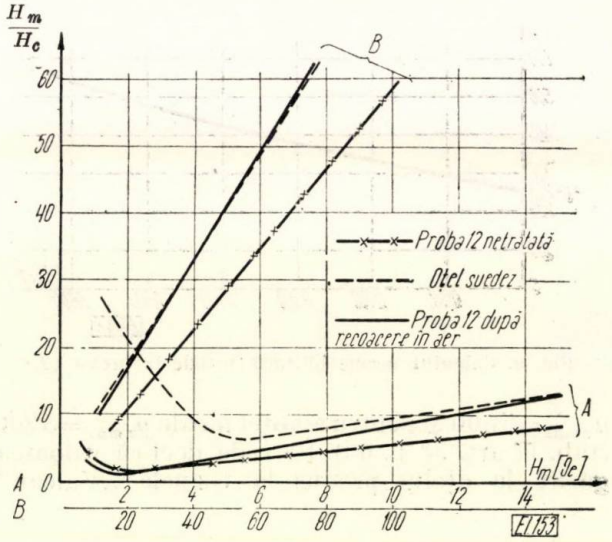


Fig. 14. Variaţia raportului $\frac{H_m}{H_c}$ la proba 12.

III.5. *Variaţia inducţiei maxime cu temperatura.* Determinările au fost făcute pe proba 12, încălzită într-o baie de ulei pînă la temperatura de 250°C. Valoarea de cîmp la care s-au făcut

determinările a fost $H = 42$ Oe și după fiecare citire s-a revenit la valoarea zero a cîmpului prin parcurgerea ciclului de histerezis pentru a asigura demagnetizarea probei. Alura curbei

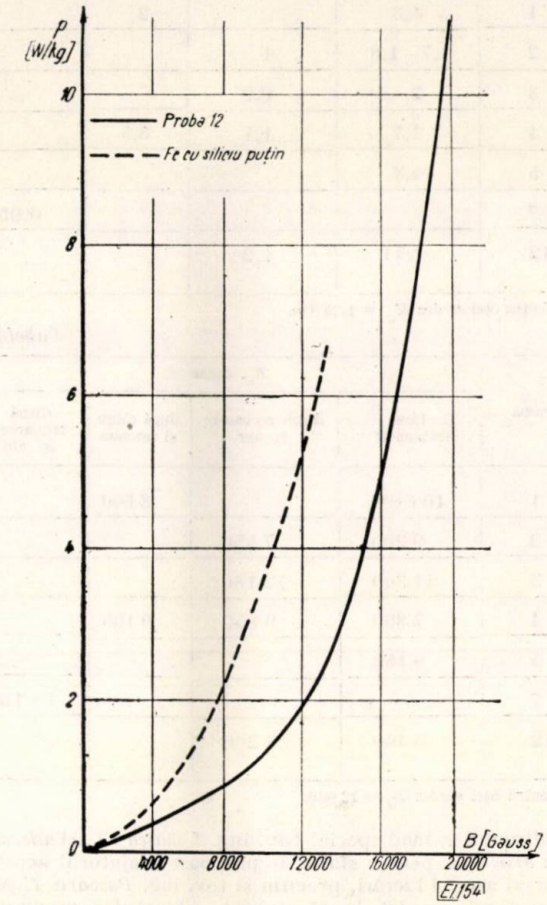


Fig. 15. Curba pierderilor specifice la proba 12.

$B = f(\theta)$ (fig. 16) este aceeași cu acea indicată de Bozorth [7].

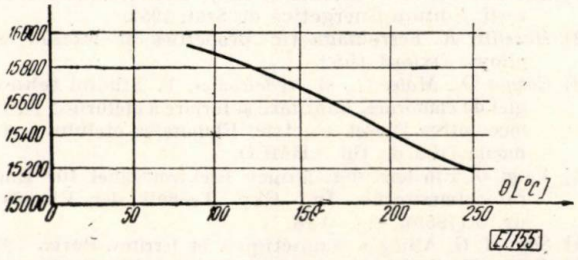


Fig. 16. Variația inducției cu temperatura la proba 12.

După cum se vede din cele expuse și după cum au arătat și alte determinări (anexele 1 și 2), o serie de caracteristici s-ar fi putut îmbunătăți prin tratament termic. Cum însă parametrul cel mai interesant, în cazul nostru, și anume inducția la valori de cîmp mari, nu este mai bun decît după tratament în vid (greu de realizat la piese mari), la construcția unui electromagnet pentru cîmpuri intense s-a folosit un material netratat pe care am putut verifica într-adevăr în ce măsură materialul nostru este superior materialului străin de acest gen.

IV. *Verificarea caracteristicilor materialului într-un electromagnet pentru cîmpuri intense (40 000 Oe)*

Din materialul probelor 10 și 12 elaborat la Uzinele „Vulcan" au fost construiți polii, piesele polare și restul circuitului magnetic al unui electromagnet pentru cîmpuri intense. După terminarea acestuia s-a făcut asupra lui o serie de măsurări pentru a-i determina performanțele.

Dintre aceste determinări, interesante din punctul de vedere al materialului sînt următoarele :

1. Măsurările magnetice pentru determinarea cîmpului în întrefier.

2. Trasarea hărții magnetice a polilor pentru verificarea omogenității materialului.

IV.1. *Măsurările magnetice efectuate au permis determinarea* performanțelor maxime ale aparatului. Astfel s-a obținut o valoare de cîmp de 45 000 Oe într-un volum de 236 mm³, adică la un întrefier de 3 mm. Alte performanțe obținute sînt următoarele : 30 000 Oe într-un volum de 47 cm³ (întrefier 6 mm) și 16 000 Oe în volumul de 588 cm³ (întrefier 75 mm), toate aceste valori fiind date pentru același număr de Asp.

Aceste valori sînt comparabile cu valorile citate în literatură pentru electromagneți de construcție asemănătoare, realizați cu oțel de același tip produs în țările respective. Valori superioare s-au obținut doar prin întrebuințarea unor piese polare din aliaj Fe-Co sau permindur [8].

IV.2. Din trasarea hărții magnetice a unor poli de formă tronconică cu diametrul de vîrf de 100 mm s-a obținut o omogenitate de 2.10^{-4} pe o suprafață de 35 mm² în jurul centrului polului, care la întrefierul de 16 mm cu care s-a lucrat corespunde unui volum de 0,56 cm³. Din aceeași hartă s-a putut constata că maximul de intensitate al cîmpului nu se găsește în centrul geometric al polului ci deplasat cu 4 mm față de acesta. O hartă asemănătoare trasată pentru poli confecționați din oțel austriac cu ∅ 150 mm a arătat de asemenea o deplasare cu 24 mm a cîmpului maxim față de centrul geometric [9]. S-a putut de asemenea observa o scădere a cîmpului din centrul de maximă intensitate spre margine cu 3,36 gauss pe o rază medie de 8 mm la un cîmp de 3681 gauss, ceea ce reprezintă o variație de aproximativ 0,1 %.

ANEXA 1

Variaţia permeabilităţii după efectuarea tratamentului termic

În figura 17 s-au trasat pe o diagramă de construcţie specială, cu ordonate la scară logaritmică, curbele de magne-

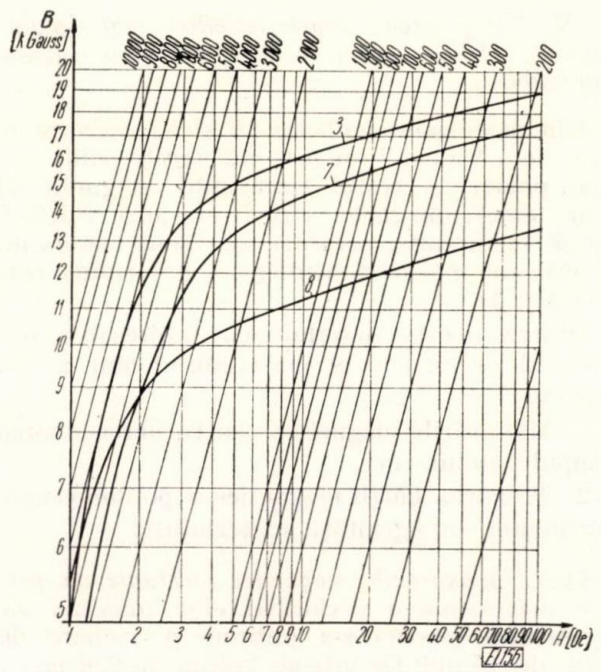


Fig. 17. Variaţia permeabilităţii în urma tratamentului termic.

tizare pentru proba 3 şi pentru două probe de oţel austriac înainte şi după tratament termic. Proba 3 a fost supusă tratamentului termic conform primei scheme, anume recoacere la 920°C în aer. Proba 7 (oţel austriac) a fost recoaptă în vid, iar proba 8 (oţel austriac) a fost recoaptă în aer (vezi § II). Pe diagramă se pot citi direct valorile permeabilităţii μ_r. Se vede că în urma tratamentului, permeabilitatea maximă creşte cu 50% sau chiar cu 100%. Interesant este însă faptul că μ_r a crescut mai mult la proba 8 care a suferit acelaşi tratament ca şi proba 7, dar în aer şi nu în vid. Această creştere a permeabilităţii are loc la valori mici de cîmp 1—2 Oe. La valori de cîmp mari după cotul de saturaţie, valoarea lui μ_r se modifică foarte puţin în urma tratamentului termic.

În acest fel atingînd valori cuprinse între 5 000—6 000 G/Oe, $\mu_{r\,max}$ este comparabil cu valorile date de K. Hoselitz şi Roters pentru diverse tipuri de oţel de acest tip [2], [6].

ANEXA 2

Variaţia cîmpului coercitiv H_c şi a inducţiei remanente B_r funcţie de tratamentul termic

S-au reunit în două tabele (4 şi 5) variaţia lui H_c şi a lui B_r în urma efectuării tratamentului termic în condiţii menţionate anterior.

Din aceste date se poate vedea că recoacerea la 900°C atît în aer cît şi în vid îmbunătăţeşte valorile H_c şi B_r, ajungîndu-se la valori comparabile sau chiar mai bune decît cele date de Roters pentru oţelul suedez [6]. De asemenea se vede clar că tratamentul prin călire şi revenire joasă înrăutăţeşte şi în acest caz caracteristicile materialului.

Tabela 4

Proba	H_c, Oe			
	fără tratament	după recoacere în aer	după călire şi revenire	după recoacere în vid
1	1,8		2	
2	1,7—1,8	1		
3	2	0,9		
4	1,7	1,1	3,5	
5	1,8			
7				0,95
12	1,74	1,2		

Pentru oţel suedez H_c = 1,25 Oe.

Tabela 5

Proba	B_r, gauss			
	fără tratament	după recoacere în aer	după călire şi revenire	după recoacere în vid
1	10 600		8 600	
2	9 200	7 550		
3	11 300	12 180		
4	7 800	9 850	9 100	
5	9 150			
7				10 160
12	9 400	9 200		

Pentru oţel suedez B_r = 12 060.

Mulţumim în mod special tov. ing. *Lăbuşcă El.*, *Andreescu N.* şi *Mirion I.* pentru sfaturile preţioase şi ajutorul acordat în cursul acestei lucrări, precum şi tov. ing. *Pascaru I.* pentru ajutorul acordat la efectuarea măsurărilor magnetice asupra electromagnetului confecţionat din acest material. De asemenea, tov. ing. *Iliescu C.* pentru sprijinul şi interesul pe care l-a manifestat tot timpul pentru realizarea acestei lucrări.

Bibliografie

[1] *Zaimovski* şi *Uşov.* Metale şi aliaje electrotehnice. Bucureşti, Editura Energetică de Stat, 1952.
[2] *Hoselitz, K.* Ferromagnetic properties of metals and alloys. Oxford 1952.
[3] *Cosma D., Matei C.*, şi *Nedelcovici, V.* Studiul tehnologiei de elaborare, laminare şi forjare a oţelurilor pentru locomotiva Diesel electric. Elaborarea oţelului extra-moale DC5 de tip ARMCO.
[4] *Voigt G.* Ein leistungsfähiger Elektromagnet für Laboratoriumszwecke. În: Exp. Technik der Physik **7** nr. 3 (1959), 134—138.
[5] *Say M. G.* Alliages magnétiques et ferrites. Paris, 1956.
[6] *Roters H. C.* Electromagnetic devices. NewYork, 1955.
[7] *Bozorth R.* Ferromagnetism. NewYork, 1955.
[8] *Lange H.* Uber die Konstruktion von Laboratoriumsmagneten. Köln, 1955.
[9] *Gildău E.* şi *Valeriu A.*, Măsurarea distribuţiei cîmpului magnetic cu ajutorul rezonanţei magnetice nucleare. Studii şi cerc. de fiz. anul **II**, nr. 2, 1960, p. 462—467.

Intrat în redacţie la 20.7.1962

RECENZII

CZ 621.33 (075.8)

Mircea Cristea **Echipament electric pentru automobile.** Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1962, 336 p., 26 tab., 537 fig.

Manualul conferenţiarului universitar ing. Mircea Cristea, decedat de curînd, reprezintă prima lucrare de nivel tehnic superior privind echipamentul electric pentru autovehicule publicată în ţara noastră de un autor romîn, destinată studenţilor facultăţilor de mecanică cu specialitatea automobile şi tractoare, precum şi inginerilor care lucrează în industria care produce şi utilizează echipamentul electric.

O dată cu dezvoltarea industriei de automobile şi tractoare a apărut necesitatea fabricării în ţara noastră a echipamentului electric, la un nivel tehnic ridicat, corespunzător gradului de dezvoltare a industriei din acest domeniu. Rezolvarea problemelor complexe care se pun pentru asimilarea şi utilizarea unor produse cît mai perfecţionate nu este posibilă fără un studiu aprofundat privind bazele teoretice ale echipamentului electric.

În acest domeniu, literatura de specialitate în limbi străine conţine numai în parte documentarea necesară, multe din cărţile străine existente la ora actuală fiind depăşite de realizările obţinute pe cale industrială. De asemenea, în mică măsură publicaţiile străine cuprind elementele necesare valorificării în practică a noţiunilor teoretice. Îmbinînd cu multă pricepere bazele teoretice cu posibilităţile de realizare practică, manualul ing. Mircea Cristea reprezintă o lucrare utilă pentru toţi cei care cercetează acest domeniu, umplînd un gol deosebit de resimţit în literatura noastră tehnică.

Primele două capitole tratează problemele generale cuprinzînd prezentarea pe scurt a tipurilor de sisteme electrice utilizate la autovehicule, particularităţile condiţiilor de funcţionare, precum şi condiţiile tehnice generale care se impun echipamentului electric pentru autovehicule.

Al treilea capitol, privind sistemele de aprindere, analizează în primul rînd diverşii factori care condiţionează o aprindere corespunzătoare, studiind pe rînd momentul optim de producere a scînteii, tensiunea de străpungere şi energia necesară pentru aprindere. De asemenea, se face o scurtă incursiune în domeniul teoriei aprinderii gazelor.

Analizînd problemele privitoare la bujii, afară de noţiunile teoretice privind caracteristicile mecanice, termice şi electrice, se dau date interesante privitoare la construcţia bujiilor, a fişelor şi a cablurilor pentru bujii.

Urmează studiul amănunţit al sistemelor de aprindere de la baterie. După ce se analizează fenomenele care au loc în perioadele de închidere şi deschidere a circuitului primar, precum şi fenomenele de descărcare din circuitul secundar al bobinei de aprindere, se descriu caracteristica de lucru a sistemului de aprindere de la baterie şi posibilităţile pentru ameliorarea ei.

O atenţie deosebită se dă descrierii regulatoarelor de avans la aprindere, precum şi diferitelor construcţii ale distribuitoarelor şi bobinelor de aprindere.

Sistemele de aprindere de la magnetou se tratează într-un mod original, începînd cu studiul circuitelor magnetice cu magneţi permanenţi avînd permeanţe variabile. În continuare, se analizează regimurile de funcţionare în scurt-circuit a magnetoului, fenomenele care au loc la întreruperea circuitului primar, procesele de descărcare şi caracteristica de lucru a magnetoului.

Construcţia magnetourilor cuprinzînd circuitul magnetic, bobina, cama şi întreruptorul, precum şi dispozitivele pentru reglarea avansului şi accelerarea la pornire se prezintă pentru tipurile cele mai des întîlnite de produse utilizate. Capitolul se încheie cu descrierea celor mai recente sisteme de aprindere cu tranzistoare şi cu o scurtă trecere în revistă a încercărilor aparatelor de aprindere.

Al patrulea capitol tratează sistemele de pornire plecînd de la studiul caracteristicilor motorului serie de curent continuu, discutînd turaţia şi cuplul de pornire a motorului cu ardere internă, caracteristicile de lucru ale demaroarelor etc.

Deosebit de documentată este analiza principalelor tipuri constructive ale demaroarelor uzuale, insistîndu-se în special asupra dispozitivelor de cuplare şi decuplare. De asemenea, se dau unele motivări asupra pornirii motoarelor Diesel şi asupra încercării demaroarelor.

Sistemul de alimentare a autovehiculelor este studiat în capitolul cinci. Sistematizînd principalele cunoştinţe privind construcţia şi funcţionarea bateriilor de acumulatoare, se arată bazele teoretice şi principiile constructive ale generatoarelor cu excitaţie, cu derivate, ale generatoarelor cu trei perii, ale generatoarelor de curent alternativ cu excitaţie electromagnetică, ale generatoarelor de curent alternativ cu magnet permanent şi ale redresoarelor de diferite tipuri.

Cu multă competenţă se tratează problemele privind releele regulatoare pentru autovehicule. Printr-o exprimare clară se explică funcţionarea regulatoarelor de tensiune electromagnetice cu una şi două trepte şi a regulatoarelor de tensiune cu tranzistoare pentru generatoare de curent continuu, a regulatoarelor de tensiune cu contacte, cu amplificatoare magnetice şi cu tranzistoare pentru generatoare de curent alternativ. O dată cu analiza expresiei frecvenţei de oscilaţie a regulatorului cu contacte se arată metodele de mărire a acesteia prin rezistenţe, înfăşurări de accelerare şi înfăşurări diferenţiale, iar pentru menţinerea unei valori constante a tensiunii reglate a releului se arată rolul înfăşurărilor şi al rezistenţelor de compensare. De asemenea, se indică metodele pentru modificarea automată a tensiunii reglate de la vară la iarnă, ceea ce este important pentru încărcarea bateriilor de acumulatoare de pe autovehicule.

După ce se arată principiile de funcţionare a releelor pentru limitarea curentului şi pentru protecţia faţă de curenţii inverşi se descriu caracteristicile cîtorva dintre tipurile cele mai des întîlnite de relee regulatoare. Capitolul se încheie cu analiza uneia dintre problemele care influenţează în mod deosebit buna funcţionare a instalaţiei electrice, şi anume mersul în paralel al generatoarelor cu bateriile de acumulatoare.

Capitolul următor, intitulat „sistemul de semnalizare", cuprinde aparatele de semnalizare optice şi acustice. Pornind de la elementele fotometrice strict necesare se descriu caracteristicile şi construcţiile surselor de lumină. Interesante sînt datele privind măsurările asupra farurilor, măsurarea orbirii şi reglarea farurilor.

Problema semnalizatoarelor acustice (claxoanelor) este tratată, teoretic, într-un mod original, pornind de la oscilaţia plăcilor subţiri încastrate pe contur şi a radiaţiei pistonului oscilant. Afară de descrierea construcţiei claxoanelor, în acest capitol se mai prezintă întreruptoarele şi comutatoarele pentru lumină şi semnalizatoarele de avarii.

Instrumentele de măsură utilizate pe autovehicule se prezintă într-un capitol separat, remarcîndu-se contribuţia originală adusă de autor la studiul teoretic al vitezometrelor.

Manualul se încheie cu un capitol cuprinzînd descrierea unor scheme de instalaţii electrice pentru autovehicule şi dînd indicaţii asupra asamblării elementelor componente ale echipamentului electric.

Privită în ansamblu, lucrarea ing. Mircea Cristea este deosebit de valoroasă datorită atît modului ştiinţific de abordare a problemelor într-un domeniu puţin cunoscut cît şi prezentării acestor probleme într-o formă care se pretează în mod deosebit pentru aplicare în practica industrială. Scrisă într-un limbaj curgător, cuprinzînd un mare număr de figuri, tabele şi peste 420 formule în text, cartea constituie un preţios îndreptar pentru cei care studiază problemele de echipament electric, constituind o sinteză a celor mai noi cunoştinţe în acest domeniu. Epuizarea în numai cîteva zile de la apariţie a ediţiei arată interesul deosebit şi preţuirea de care manualul s-a bucurat în rîndul cititorilor. Rezultă totodată necesitatea reeditării în scurt timp a lucrării într-un tiraj mult mărit, ceea ce corespunde cerinţei unei largi mase de studenţi, ingineri şi tehnicieni dornici de a cunoaşte problemele legate de automobile.

Prin publicarea manualului „Echipament electric pentru automobile" al ing. Mircea Cristea, literatura tehnică s-a îmbogăţit cu o operă valoroasă care poate fi considerată că pune bazele teoretice ale echipamentului electric pentru autovehiculele din ţara noastră.

Gh. Postelnicu

MIRCEA CRISTEA (1926—1963)

La 27 aprilie 1963 a încetat din viață conferențiarul ing. Mircea Cristea, unul dintre specialiștii de frunte în domeniul electrotehnicii din țara noastră. Pasionat cercetător, înzestrat cu un deosebit simț practic și avînd remarcabile calități pedagogice, tînărul prorector al Institutului politehnic din Brașov și-a consacrat întreaga sa activitate și energie creatoare, pînă în ultimele clipe ale existenței sale, nobilei cauze a dezvoltării tinerei industrii electrotehnice romînești.

Încă din primii ani de pregătire, Mircea Cristea a fost unul dintre cei mai activi și mai bine pregătiți studenți ai Institutului politehnic din Timișoara. Fiind șef de promoție, a contribuit la ridicarea nivelului de pregătire al celorlalți colegi, ajutînd să se publice unele lucrări de nivel superior („Mașina sincronă", Edit. centrului universitar, 1950). Această primă activitate a sa a fost încheiată cu lucrarea privind „Influența armonicilor superioare asupra comportării mașinii asincrone" — 1951, pentru care a obținut diploma de merit a Facultății de electromecanică.

Înflăcărat adept al progresului tehnic, tînărul absolvent a devenit în scurt timp unul dintre inginerii cei mai valoroși ai uzinei Electroprecizia. Atașat de colectivul de muncă al uzinei, exemplu de colegialitate și punînd în slujba dezvoltării tehnice și a asimilării produselor noi întreaga sa energie, Mircea Cristea a fost proiectantul constructor al multor produse electrotehnice fabricate pentru prima dată în țara noastră.

Dintre produsele echipamentului electric pentru tractor, proiectate de inginerul Mircea Cristea în 1952, face parte magnetoul pentru un cilindru, care este primul microgenerator cu magnet permanent fabricat în țara noastră. Pentru echipamentul electric al motoarelor stabile a construit primul demaror cu indus deplasabil, de 6 CP și 24 V, precum și dinamul de 300 W 24 V. De asemenea, menționăm proiectarea primelor distribuitoare de aprindere pentru autocamion (1953), precum și alte produse, ca: motoare universale pentru mașini de găurit, servomotoare pentru ascensoare, aparataj electric pentru industria minieră etc.

La fel de importantă a fost și contribuția sa adusă la ridicarea nivelului profesional al tinerelor cadre de ingineri și tehnicieni. Metodele de calcul ale motoarelor universale de putere mică și ale generatoarelor de c.c. au fost des utilizate la proiectarea noilor produse. Din amintirea colectivului de muncă al uzinei Electroprecizia nu va dispărea niciodată dragostea cu care el împărtășea cunoștințele sale celor din jurul său, iar activitatea sa va fi continuată de cei la a căror formare a contribuit în mare măsură.

Avînd bogate cunoștințe consolidate prin experiența practică dobîndită în uzină, o dată cu dezvoltarea Institutului politehnic din Brașov, urmează vocația sa intrînd în rîndul cadrelor didactice din învățămîntul superior. Rezultatul activității sale și în acest domeniu nu întîrzie să se manifeste. Organizarea și dezvoltarea laboratorului de electrotehnică și a laboratorului de echipament electric auto au constituit primele sale preocupări. Într-un interval scurt de numai 7 ani, conferențiarul Mircea Cristea, în paralel cu activitatea didactică legată de instruirea studenților, a efectuat numeroase studii și cercetări apărute în diferite publicații de specialitate.

Dintre acestea arătăm: Cursul de electrotehnică (1955), Studiu asupra comutației (1955), Generatorul de ultrasunete cu magnetostricțiune (1957), Influența tipului de celulă asupra preciziei integratoarelor analogice (1962) și Studiul asupra mișcării particulelor solide în cîmpuri sonore (1962).

Dintre lucrările cu aplicabilitate practică amintim: studiul motorului asincron cu rezistență mare în rotor (1955), studiul asupra tensiunii generatorului de medie frecvență (1955), motorul sincron bifazat cu reacție, avînd mișcare rectilinie alternativă (1962).

O mare parte din lucrări se referă la echipamentul electric pentru autovehicule. Dintre acestea se enumără: aprecierea termică a bujiilor, compensarea termică a vitezometrelor cu inducție, studiul asupra procesului de angrenare a demarorului cu indus deplasabil (1962), studii și măsurări asupra formelor de turnare, studiul și executarea practică a unui releu regulator cu tranzistoare etc.

Activitatea sa publicistică s-a încheiat printr-o lucrare deosebit de valoroasă: „Manualul privind echipamentul electric pentru automobile" (București, Editura didactică și pedagogică, 1962). Această lucrare destinată studenților facultăților cu specialitatea automobile și tractoare, precum și inginerilor din industrie, este prima de acest gen din țara noastră.

Latura caracteristică a întregii activități a conferențiarului ing. Mircea Cristea a fost strînsa legătură dintre studiile teoretice și practica industrială, cea mai mare parte din cercetările sale teoretice beneficiind de o aplicabilitate imediată. În felul acesta, el poate fi considerat pionierul dezvoltării industriei de echipament electric pentru autovehicule din țara noastră.

Iubit de colegi și prieteni, stimat de promoțiile de studenți pe care i-a îndrumat cu pasiune pentru ridicarea industriei noastre electrotehnice la nivelul înalt cerut de dezvoltarea socialistă a patriei, conferențiarul ing. Mircea Cristea s-a stins din viață în plină ascensiune.

Înzestrat cu o modestie rară, tînărul șef al catedrei de electrotehnică, numit de curînd prorector al Institutului politehnic-Brașov, ne-a părăsit pe neașteptate în momentul în care considera că „poate să dea poporului mult mai mult decît a dat pînă acum".

Numele lui Mircea Cristea va rămîne înscris pentru totdeauna în rîndul electrotehnicienilor de frunte ai patriei noastre.

REFERATE

621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.615.2.004.4

Lipstein, R. A. **Stabilitatea la gaze a uleiului de transformator sub acţiunea cîmpului electric** (Gazostoicosti tranformatornih masel v elektriceskom pole). În: Vestnik Elektroprom. **34**, nr. 2, 1963 p. 40–45, 6 fig., 6 ref. bibl.

În legătură cu creşterea intensităţii cîmpului electric în transformatoare se cere studierea stabilităţii uleiului la gaze. Se tinde la micşorarea volumului de gaze format în ulei, pentru micşorarea în aproximativ aceeaşi măsură a pericolului de străpungere prin gaze, respectiv a fenomenului de ionizare.

Încercările efectuate au dus la următoarele concluzii. În atmosfera de azot ionizat, uleiul elimină gaze independent de conţinutul de hidrocarburi aromatice. În aer, toate uleiurile absorb la început gaze, iar pe urmă se comportă ca în mediu de azot curat.

O dată cu creşterea temperaturii, viteza de eliminare de gaze din ulei creşte. O dată cu creşterea intensităţii cîmpului electric în uleiurile dezaromatizate, viteza eliminării de gaze creşte progresiv, iar în uleiurile aromatizate la început viteza de absorbţie de gaze creşte, iar apoi pînă la atingerea intensităţii electrice critice uleiul elimină gaze.

A. B.

CZ 621.313.322.048.1 : 621.317.333.6

Brearley, R. C. A. **Aprecierea stării izolaţiei bobinajelor generatoarelor, pe calea măsurării tg δ în diverse puncte.** După C.I.G.R.E., sesiunea Paris 1962, rap. nr. 137, p. 1–24, 8 fig., 7 ref. bibl.

Problema controlului izolaţiei maşinilor electrice mari se studiază în articol. Se măsoară factorul tg δ (sub aceeaşi tensiune) în diferite puncte ale izolaţiei şi rezultatele comparaţiei indică starea izolaţiei de pe porţiunea respectivă. În acest fel s-a studiat izolaţia diverselor hidrogeneratoare cu puteri între 35÷165 MW şi tensiuni între 11÷14,4 kV, avînd diverse durate de exploatare. Se indică ca principală cauză a defectării efectul corona; se analizează critic metoda de control mai sus descrisă, indicîndu-se domeniile mai importante de folosire. În special, în cazurile de reparaţii ale bobinajelor hidrogeneratoarelor, se prezintă instalaţiile folosite, respectiv puntea de tip Schering şi electrozii folosiţi.

A. B.

621.319.4 *Condensatoare*

CZ 621.319.4.001.6 (47)

Morozov, M. M. **Dezvoltarea construcţiilor de condensatoare pentru curenţi tari în U.R.S.S.** Din „Dezvoltarea industriei de condensatoare de forţă. Culegere de articole". Moscova, 1962, p. 3–24, 8 tab., 13 ref. bibl.

Afară de condensatoarele pentru îmbunătăţirea factorului de putere se mai construiesc pe scară industrială şi alte tipuri de condensatoare de forţă, şi anume pentru: instalaţii termice de înaltă frecvenţă, staţii de compensare longitudinală a căderilor de tensiune inductivă, divizori de tensiune capacitivi, generatoare de impuls de curent şi tensiune, instalaţii de sudură moderne, radiolocatoare puternice, aparatură Röntgen, linii de transport în curent continuu pentru tensiuni pînă la 800 kV şi, în fine, pentru studiul reacţiilor termonucleare dirijate.

Totuşi, ponderea cea mare o formează condensatoarele pentru îmbunătăţirea factorului de putere şi, în special, cele de tensiune joasă.

Pentru îmbunătăţirea indicilor tehnico-economici ai condensatoarelor se acţionează în primul rînd asupra materialelor active. Hîrtia de condensator se tinde a se realiza cu densităţi scăzute, însă cu pierderi dielectrice micşorate. Uleiul mineral se înlocuieşte (pe scară industrială) cu sovolul care, pe lîngă caracteristicile dielectrice ridicate şi stabilitatea mărită în timp, mai are avantajul unei constante dielectrice mai ridicate; se apreciază o mărire a puterii pe unitate cu circa 30–50% în cazul înlocuirii uleiului cu sovol.

A. B.

CZ 621.319.4.006.25

Boyler, P. **Aspecte ale cercetării într-o fabrică elveţiană de condensatoare** (Aspects de la recherche dans une fabrique suisse de condensateurs). In: Bull. ASE **53**, nr. 24, 1962, p. 1170–1178, 12 fig. 4 ref.

Dezvoltarea tehnicii impune ca înseşi fabricile să întreprindă cercetări „pure" sau „aplicate" pentru validarea unor tipuri de condensatoare. În acest caz, activitatea şi atribuţiile laboratorului de încercări al unei fabrici de condensatoare sînt pe cît de multiple, pe atît de diverse. Condensatoarele de hîrtie au fost îmbunătăţite prin examinarea sistematică a elementelor lor constitutive, prin încercările de compatibilitate reciprocă a materialelor de bază şi printr-un control intensiv al producţiei curente. Aceeaşi importanţă se acordă dielectricilor de impregnare solizi sau lichizi, ca şi „filmelor sintetice", ale căror proprietăţi favorabile le permit să concureze în diferite situaţii cu dielectricii tradiţionali: hîrtie, mică. Dintre tipurile mai recente de condensatoare construite se descriu condensatoarele cu gaz comprimat şi cele de deparazitare. Gazul folosit este azotul, rar hexafluorura de sulf; se studiază însă şi alte tipuri de gaze. Se menţionează că, sub toate aspectele, munca de cercetare efectuată în fabrică are o importanţă capitală pentru îmbunătăţirea, modernizarea şi realizarea unor noi tipuri de condensatoare.

F. T.

621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.333.82 : 621.315.615

Lewis, T. J. şi Ward B. W. **O interpretare statistică a străpungerii electrice a dielectricilor lichizi** (A statistical interpretation of the electrical breakdown of liquid dielectrics). In: Proc. Royal Soc. A 269 (1962) 1337 (sept.), p. 233–248, 12 fig. 39 ref. bibl.

În măsurări mai vechi ale rigidităţii dielectrice a hidrocarburilor lichide, făcute cu impulsuri dreptunghiulare de scurtă durată, s-a presupus că componenta statistică a timpului de străpungere era neînsemnată în comparaţie cu timpul de formare. În cercetarea prezentată în articolul recenzat, timpul pînă la străpungere este măsurat cu impulsuri în trepte (step-function pulses), obţinîndu-se o dovadă clară a decalajului statistic de timp. Timpul de formare era aprox. 0,1 μs, mai mic decît acel evaluat anterior. Utilizînd o ecuaţie dedusă experimental pentru variaţia tensiunii medii de străpungere f (E) cu solicitarea aplicată E, s-a demonstrat că forma relaţiei între rigiditate şi durata impulsului obţinută de alţi cercetători corespunde cu acea obţinută printr-o analiză statistică. Experienţele asupra n – hexanului saturat cu aer, atît cu impulsuri scurte cît şi cu impulsuri în trepte confirmă ideile statistice prezentate şi arată că sînt foarte importante calităţile electrodului. S-a găsit că rigiditatea şi timpul de străpungere au fost afectate de numărul de străpungeri executate asupra unei mostre. Experienţele cu n-hexan degazat şi cu cîmpuri neuniforme au demonstrat conţinutul de aer cînd se utilizează impulsuri de lungă durată. S-a găsit că, deşi decalajul statistic de timp era neînsemnat, s-au produs decalaje ale timpului de formare de ordinul a 10 μs cînd se utiliza un eclator vîrf-sferă.

A. S.

CZ 621.317.785–526

Vivié I. **Aplicaţiile servomotorului Ferraris în instrumente de măsură şi în automatizare** (Les applications du servo-moteur Ferraris en instrumentation et en automatisme). În: Mesures et contrôle industriel, vol. **27**, nr. 304, septembrie 1962, p. 1109–1114, 13 fig.

Principiul servomotorului difazat, cunoscut sub numele de motor Ferraris, este aplicat azi pe scară largă la diverse apa-

rate de măsură şi în automatizare. Autorul descrie modul de funcţionare a noilor servomotoare şi posibilităţile de obţinere a celui mai ridicat raport dintre cuplu şi inerţia acestor motoare. Astfel, s-au obţinut la servomotoare de mici dimensiuni acceleraţii de 50 000 radiani/s², cu un întrefier foarte mic, care poate atinge chiar 0,02 mm. Ca exemplificare pentru aparate de măsură, este descris un înregistrator cu servomotor cu sistem de detecţie electrostatic. Servomotorul este construit cu rotorul în formă de clopot din aluminiu, are un cuplu de 40 g/cm şi o viteză în gol de 1 000 rot/min, necesită numai 0,2 W şi are timpul de răspuns de 0,2 s. Pentru reglajul industrial şi pentru automatizare sînt descrise patru tipuri de servomotoare de 1, 3, 10 şi 30 W, cu cuplul de pornire de 210, 310, 1 370 şi 2 150 g/cm.

T.W.

621.318.2 *Materiale magnetice*

CZ 621.318.22.001.415

B r ü g g e m a n n, T. şi K u n t z, E. **Contribuţie la înlăturarea fragilităţii tablelor de transformator** (Beitrag zur Beseitigung der Sprödigkeit von Transformatorenblechen). În : Neue Hütte, **7**, nr. 7, 1962, p. 411—416, 10 fig., 5 tab., 6 ref. bibl.

Se dă o scurtă descriere a cauzelor fragilităţii tablelor de transformator observate la VEB Eisen-und Hüttenwerke Thale (R.D.G.), fiind remarcate următoarele cauze importante : 1) conţinut important de siliciu ; 2) arsuri ale materialului ; 3) material cu granulaţie foarte mare ; 4) precipitări la limitele granulelor ; 5) fragilizarea la băiţuire. Prin încercări de băiţuire şi îmbătrînire s-a stabilit că : ori nu pătrunde hidrogen în material, ori hidrogenul produce materialului deteriorări de durată. Şlifurile arată că băiţuirea poate mări fragilitatea materialului. Se descriu diferite experienţe pentru reducerea fragilizării prin băiţuire, rezultînd că adaosul de 30 g NaCl/l de baiţ de acid sulfuric reprezintă măsura cea mai eficientă. La băiţuirea fără adaos, numărul îndoirilor scade cu 67 %, pe cînd la băiţuirea cu adaos de NaCl, cu numai 29 %. Pierderile de magnetizare scad prin acest procedeu. Calculul economic arată că prin introducerea noii tehnologii de băiţuire se obţine, numai din micşorarea pierderii de băiţuire, o economie de 25 DM pe tona de tablă de transformator finită.

A.S.

621.36 *Termoelectricitate*

CZ 621.362 : 537.324.089.6

B a n b o P a k. **Etalonarea termocuplelor în regim dinamic** (Gradirovka termopar v dinamiceskom rejime). În : Izmeritelnaia tehnica, nr. 6, 1962, p. 23—28, 5 ref. bibl.

Se constată că metodele actuale de etalonare a termocuplelor în regim static (adică la temperatura transformărilor de fază a metalelor pure la punctele fixe sau prin compararea directă cu termocuple-etalon) necesită un consum mare de timp. Rezultate mai bune s-au obţinut în cazul în care s-a aplicat o metodă de comparare a termocuplelor într-un regim dinamic, regim care se apropie de condiţiile de exploatare a acestora. La baza metodei stă măsura diferenţei forţelor termoelectromotoare ale termocuplului etalon şi cel de măsurat, diferenţă care variază, relativ lent, cu temperatura.

În aceste condiţii, determinarea t.e.m. ΔE_t cu o eroare de 1 % permite să se determine valoarea t.e.m. a termocuplului de verificat cu o bună precizie, măsurarea făcîndu-se cu ajutorul unui galvanometru sau condensator.

Rezultatele obţinute de autor au permis construirea unei instalaţii automate destinate etalonării termocuplelor platin, rodiu-platin, în regim dinamic, iar studiul teoretic care a stat la bază s-a verificat prin calculul erorilor sistematice legate de procesul tranzitoriu.

Se preconizează ca metoda descrisă să poată fi folosită şi la măsurarea diferenţelor mici de temperatură în medii cu conductibilitate electrică, cu ajutorul unor termocuple care au zolat punctul cald de mediu.

Fl.T

CRONICĂ

Sesiunea tehnico-ştiinţifică a Institutului de studii, cercetări şi proiectări tehnologice pentru industria constructoare de maşini, utilaje şi industria electrotehnică

În zilele de 18—19 aprilie 1963 a avut loc la Bucureşti sesiunea tehnico-ştiinţifică cu tema „Realizări şi tendinţe în industria constructoare de maşini", organizată de Institutul de studii, cercetări şi proiectări tehnologice pentru industria constructoare de maşini, utilaje şi industria electrotehnică, la care s-au prezentat şi discutat cele mai însemnate lucrări de cercetare şi cele mai importante realizări în proiectarea utilajelor din industria constructoare de maşini, utilaje şi industria electrotehnică.

În total au fost prezentate 25 de comunicări privind realizările obţinute în cadrul institutului, precum şi tendinţe noi în industria constructoare de maşini.

Dintre cele mai importante referate se menţionează :

— Influenţa seriei de fabricaţie asupra consumului de muncă şi preţului de cost al produselor, de ing. *M. Gavrilescu*, în care se prezintă o analiză privind influenţa mărimii de fabricaţie asupra consumului specific de muncă şi asupra preţului de cost al produselor în diferite domenii ale industriei constructoare de maşini (cicluri tehnologice parţiale şi complete de fabricaţie, semifabricate, prelucrări, producţia de maşini-unelte, producţia de motoare, producţia de autovehicule etc.) şi pe această bază se stabilesc relaţiile generale numai în funcţie de seria de fabricaţie, fără a mai necesita o calculaţie structurală pe preţuri de cost.

— Probleme teoretice şi experimentale la turboambreiajele realizate în R.P.R., de ing. *N. Peligrad.*

— Aspecte teoretice la calculul transmisiilor de mare putere cu lanţuri cu role şi realizările obţinute la utilajul petrolier, de ing. *V. Cristea.*

— Determinarea indicilor tehnico-economici pentru proiectările de uzine constructoare de maşini, de ing. *N. Şoneriu*, în care se analizează indicii tehnico-economici folosiţi uzual în proiectare, arătîndu-se prin exemple posibilităţile de mărire a preciziei acestora.

— Contribuţii la stabilirea unei metode generale de proiectare a şantierelor navale pentru construcţii noi de vase, de ing. *A. Dumitrescu*, ing. *A. Buzescu* şi ing. *N. Galin.*

— Linii de vopsire la uzinele de maşini agricole Semănătoarea din Bucureşti, de ing. *D. Popovici.*

— Sisteme noi de distribuţie a energiei electrice în întreprinderile industriale, de ing. *N. Marinescu*, în care, după ce se arată consideraţiile tehnico-economice care au dus la adoptarea unor sisteme noi de distribuţie a energiei electrice în halele industriale, se prezintă o descriere a sistemelor noi de distribuţie—magistrale şi bare de distribuţie, precum şi posturi de transformare-bloc montate în interiorul halelor cu ieşiri directe în magistrale, proiectate în cadrul Institutului de studii tehnologice pentru industria constructoare

de mașini, utilaje și industria electrotehnică, și realizate la diferite uzine metalurgice din țară, precum și calculele de verificare a sistemelor la stabilitate termică și dinamică pentru curenți de scurtcircuit și la încălzirea în regim de funcționare normală.

În încheiere se prezintă un calcul comparativ al investițiilor necesare pentru o distribuție a energiei electrice cu noile sisteme și pentru o distribuție prin posturi de transformare centrale și coloane de distribuție.

— Protecția muncii și tehnica securității în proiectare de ing. *Al. Steriopol.*

— Aparate pentru controlul dimensional în construcția de mașini, de ing. *M. Iosupescu* și ing. *R. Moțoi*, în care se arată că dezvoltarea automată a aparatelor de control s-a făcut în trei direcții : aparate pentru controlul activ, aparate pentru controlul pasiv și aparate pentru sortare dimensională, și că în R.P.R. s-au realizat de către ITCME mai multe aparate de control, precum și aparatajul de bază pentru controlul pneumoelectric și electric (contacte).

— Eficacitatea tehnico-economică a folosirii mașinilor-unelte agregate în construcția de mașini, de ing. *D. Simionescu.*

— Sisteme de comandă automată a ciclurilor de lucru la mașini-unelte automate și mașini agregat, de ing. *I. Gogoașe*, în care se analizează cele mai caracteristice sisteme de comandă automată, proiectate și aplicate în industria constructoare de mașini-unelte din R.P.R., prezentîndu-se aspecte ale sistemelor de comandă enunțate. După ce se compară sistemele de comandă electromagnetice cu și fără amplificare de forță și sistemele de comandă și amplificare hidraulică, se prezintă un nou sistem electropneumohidraulic pentru comanda automată fără contact a ciclurilor de lucru. În încheiere se prezintă aspecte privitoare la eficacitatea și comportarea în exploatare a acestor sisteme de comandă.

— Stabilitatea vitezei de avans al mecanismelor acționate hidraulic, de ing. *V. Marin*, în care sînt analizate sistemele cu și fără stabilizatoare de viteză, ca și sistemele de acționare hidraulică aservite la o mișcare de referință și se prezintă experiențele și realizările ITCME în problema stabilității vitezei de avans, la acționarea mecanismelor de avans ale mașinilor agregat și ale liniilor transfer.

— Alimentarea automată a mașinilor-unelte, de ing. *Gh. Văleanu*, în care se prezintă problema automatizării fazelor auxiliare legate de alimentarea cu piese a mașinilor-unelte, perspectivele de tipizare și cîteva realizări în acest domeniu ale ITCME.

— Dispozitive demontabile universale din elemente tipizate, de ing. *I. Manceak*, în care se prezintă principalele caracteristici tehnice și economice ale acestor dispozitive, sistemele constructive folosite în diferite țări și studiile întreprinse de ITCME în această direcție, precum și garnitura experimentală de elemente tipizate pentru asamblarea dispozitivelor demontabile universale, proiectată și experimentată de ITCME, bazată pe principiul sistemului sovietic U.S.P.

— Instalația de încălzire prin inducție a semifabricatelor de forjare cu fibraj continuu a arborilor cotiți pentru motoare Diesel, de ing. *O. Smighelski* și *Gh. Nae*, în care se descrie instalația de încălzire parțială a semifabricatului pînă la temperatura de forjare cu ajutorul unui inductor de formă solenoidală, alimentat cu un curent electric de frecvență industrială de 50 Hz.

— Relațiile dintre coroiaj și caracteristicile mecanice ale oțelurilor pentru arbori cotiți de la motoarele Diesel mari, de ing. *W. Woinarowski* și ing. *A. Ruegg.*

— Mașini de călit superficial roți dințate, de ing. *L. Zamfirescu.*

— Construcții metalice din tablă subțire presată, de ing. *S. Cosminovici.*

— Metoda directă de calcul al sistemelor static nedeterminate în construcții, de ing. *I. Cerchez.*

— Pod rulant siderurgic de 175 t realizat în R.P.R., de ing. *I. Marinescu*, ing. *L. Coman*, ing. *V. Cîrlan* și ing. *I. Teișeanu.*

— Considerații teoretice cu privire la capacitatea de transport al produselor, transbordoare cu regim de funcționare ciclic, de ing. *M. Gherman.*

— Cercetarea fibrajului la elaborarea unei tehnologii pentru fabricarea arborilor cotiți, de ing. *I. Marinescu* și ing. *I. Coman.*

Comunicările prezentate au reușit să îmbine aspectele științifice cu cele practice, temele tratate fiind legate de cerințele industriei, conținutul lor bine documentat contribuind la ridicarea nivelului tehnic al industriei noastre.

Expoziția de aparate de măsurat a R. P. Ungare

Întreprinderea ungară de comerț exterior Metrimpex a organizat și anul acesta între 15 și 25 mai, în localul din str. Batiște nr. 33 o expoziție în cadrul căreia a prezentat o serie de instrumente de măsură și aparate de precizie pentru diferite domenii industriale. A devenit o tradiție a întreprinderii Metrimpex de a trimite anual cele mai bune produse ca exponate în țara noastră și o tradiție, totodată, a publicului bucureștean de a privi cu bucurie schimbul de experiență care se realizează prin intermediul acestor expoziții.

În cadrul expoziției organizate anul acesta, alături de instrumente de măsură de panou și instrumente de măsură portabile de precizie pentru scopuri industriale, vizitatorii expoziției au putut examina și unele instrumente de mare precizie pentru laborator. Atenția vizitatorilor a fost însă atrasă, în special, de numărul mare și de tipurile variate de instrumente electrice și electronice.

Dintre instrumentele electronice amintim, în primul rînd, osciloscopul cu bandă lată și tub catodic tip 1546, generatorul tip sweed nr. 0811, vobuloscopul tip nr. 0813.

Dintre instrumentele electrice amintim : punțile de precizie Wheatstone și Thomson, iar dintre instrumentele pentru controlul materialelor, polarograful nou și spectratorul.

Printre instrumentele cele mai recente, o deosebită atenție merită și cele cinci instrumente pentru controlul materialelor plastice.

Prezentăm în continuare, cîteva dintre aparatele electrice și electronice care au fost expuse în cadrul expoziției :

— Puntea Wheatstone și Thomson — cu manete, pentru măsurări de laborator tip YTW, folosită pentru măsurarea rapidă și precisă a rezistențelor. Cu ajutorul punții Thomson se pot măsura rezistențe de valori foarte mici, deoarece montajul este astfel realizat încît să elimine rezistențele parazite de contact.

— Instrumente de măsură pentru panouri de comandă : ampermetru, voltmetru, microampermetru, wattmetru.

— Instrumente portabile : ampermetru cu clește tip x L — 1 ; aparat combinat pentru măsurarea de tensiuni și curenți.

— Instrumente pentru laborator : galvanometru cu oglindă, care poate fi folosit pentru măsurători de precizie de : curent, tensiune, putere și factor de putere.

SCURTE ŞTIRI

1. **UHE uriaşe în U.R.S.S.** Enisei — cel mai mare dintre toate fluviile Uniunii Sovietice — are o putere potenţială de 20 milioane kW. Angara este mai prejos faţă de Ienisei cu 6 milioane kW. Puterea Volgăi — 12 milioane kW, a Irtişului — 3,2 milioane kW, a Niprului — 1,7 milioane kW.

UHE Krasnoiarskaia va fi în fruntea uzinelor electrice uriaşe din lume cu o putere de 5 milioane kW. UHE din Bratsk va ocupa locul al doilea — 4,5 milioane kW. După aceasta vor urma UHE „Congresul al XXII-lea al P.C.U.S" pe Volga — 2,5 milioane kW, tot pe Volga UHE „V. I. Lenin" — 2,3 milioane kW, „Grand-Coole" pe fluviul Columbia (S.U.A) — 1,97 milioane kW, „Bernard-Island" pe fluviul Sf. Laurenţiu (Canada) — 1,82 milioane kW. Puterea unitară a agregatului din uzinele hidroelectrice sovietice (în mii de kW) în ordine descrescîndă: Krasnoiarskaia — 500 MW; Bratsk — 225 MW; „Congresul al XXII-lea al P.C.U.S." pe Volga — 115 MW; „V. I. Lenin" pe Nipru — 75 MW; Volhovskaia — 8 MW.

Cheltuielile de investiţii pe un kilowatt instalat la UHE Krasnoiarskaia sînt cele mai mici în comparaţie cu toate UHE sovietice, ele reprezintă numai 100 ruble. La UHE din Bratsk, acest indice este egal cu 160 ruble, la UHE „Congresul al XXII-lea" — 305 ruble, la UHE „V. I. Lenin" — 395, la UHE „Gorki" — 710 ruble.

„Izvestia" nr. 71, 24 martie 1963

2. **Turbine sovietice de mare putere.** Progresul tehnic în construcţia turbinelor sovietice se dezvoltă în ritm rapid. S-a realizat încă un pas însemnat pe acest drum al ştiinţei şi tehnicii sovietice, construindu-se turbina cu abur: „PVK — 200 — 130" de către muncitorii uzinei metalurgice „Congresul al XXII-lea al P.C.U.S." din Leningrad, cu o putere de 200 MW, la presiunea de 130 atmosfere. Uzina a livrat cîteva zeci de turbine de acest fel. Dintre turbinele livrate, 15 se află de un timp îndelungat în exploatare şi au dat rezultate bune.

Turbinele de tipul „PVK — 200" ridică mult economicitatea uzinelor electrice. Consumul lor specific de combustibil este cu 11% mai mic, ceea ce aduce economiei naţionale pentru fiecare milion de kilowaţi o economie de 240 000 t combustibil convenţional, în valoare de circa 3 000 000 ruble.

În acelaşi timp se reduce şi costul specific al construcţiilor uzinelor termoelectrice înzestrate cu aceste turbine, de la 95 la 75 ruble/kW putere instalată. Se reduce substanţial şi consumul de metal.

Turbina „PVK — 200" are o construcţie mai simplă, ceea ce uşurează fabricarea în serie şi aduce o economie de peste 1 000 000 ruble. Pentru prima oară în construcţia sovietică a turbinelor s-a realizat admisiunea aburului în cilindru de presiune înaltă din partea lagărului din mijloc, ceea ce a redus lungimea turbinei cu 1,5 m.

Turbina este înzestrată cu un regulator de acţionare rapidă care asigură reglarea şi comanda ei de la distanţă. S-au prevăzut, de asemenea, dispozitive complexe de automatizare: pornirea, comanda, deservirea şi oprirea se realizează de la panoul blocului.

„Pravda" nr. 126, 6 mai 1963

3. **Reglarea automată a excitaţiei unui motor asincron sincronizat.** Electromotorul cel mai răspîndit în prezent pentru dispozitive de acţionare este cel asincron trifazat. S-a constatat că 65 — 75% din puterea reactivă, care circulă în sisteme energetice, se datoreşte motoarelor asincrone.

Unul dintre procedeele cele mai eficiente pentru mărirea factorului de putere a consumatorilor îl reprezintă utilizarea în dispozitivele de acţionare cu sarcină variabilă a motoarelor asincrone sincronizate cu reglare automată a excitaţiei.

În lucrarea recent apărută în U.R.S.S. se fac o fundamentare şi o confirmare experimentală a posibilităţii comenzii automate a motoarelor sincrone şi asincrone sincronizate prin curentul de excitare, în funcţie de unghiul de stabilitate.

„Vestnik Electropromîşlennosti" nr. 11, 1962, p. 40–44

4. **Echilibrarea rotoarelor la turbogeneratoare.** Laboratorul vibraţiilor ŢKB MSES a elaborat şi a aplicat tehnologia echilibrării rotoarelor în lagărele proprii prin metoda de balansare în două planuri. La baza metodei sînt puse următoarelor premise:

— mărimea încărcăturii de balansare este direct proporţională cu amplitudinea oscilaţiilor;

— unghiul dintre vectorul de dislocare şi planul nebalansării se păstrează constant pe viteza de rotaţie fixată.

Se citează ca exemple rezultatele echilibrării rotorului generatorului de tip TV-50-2, instalat la uzina raională electrică de stat „Iujno-Kuzbasskaia".

„Vestnik Electropromîşlennosti" nr. 11, 1962, p. 67–70

5. **Date remarcabile cu privire la construcţia şi la exploatarea maşinilor şi transformatoarelor antigrizutoase.** Numărul 3/1963 al revistei Vestnik Electropromîşlennosti este consacrat, în mare parte, construcţiei şi exploatării electromotoarelor de construcţie specială, destinate exploatării în condiţiile miniere. Astfel, se dau date privitoare:

— la seria motoarelor asincrone antigrizutoase, de o putere de la 0,27 pînă la 100 kW;

— la electromotoarele antigrizutoase pentru benzi rulante şi maşini de încărcare. De asemenea, se tratează calculul termic al transformatoarelor de mine şi normele unice cu privire la distanţa scurgerii prin piesele electroizolante ale utilajelor electrice în execuţia antigrizutoasă, cît şi calculul carcaselor utilajelor electrice antigrizutoase.

„Vestnik Electropromîşlennosti" nr. 3, 1963, p. 4–6, 7–9, 10–14, 22–26

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU, redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 026.002 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti, Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 2816

41 400

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

SOMMAIRE

CD 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Millea, A. : **Circuits stabilisateurs de tension alternative à résistances non-linéaires inertielles.**
Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 241–250

On calcule les principaux paramètres de quelques circuits non-linéaires qui ont la propriété de stabiliser la tension alternative ; ces circuits sont formés de résistances non-linéaires inertielles et de résistances linéaires. Le calcul est fait sur la base d'une approximation de la caractéristique des résistances non-linéaires par une fonction de puissance qui a été bien vérifiée, surtout dans le cas des résistances à filament incandescent. On déduit les expressions simples du rapport qui existe entre la tension de sortie et la tension d'entrée du facteur de stabilisation, des puissances et du rendement des montages stabilisateurs autour du point du meilleur fonctionnement. Des méthodes et des détails concernant la construction sont donnés en vue d'obtenir un maximum de rendement. On examine ensuite les mêmes circuits en fonction de „l'indicateur de tension". Le mesurage effectué sur un montage à lampes avec filament de wolfram a conduit à des résultats proches de ceux qui avaient été obtenus par calcul.

CD 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Birr, H. : **Les avantages et les limites du mesurage de la température à l'aide de résistances semi-conductrices.**
Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 250–259

En examinant les avantages et les désavantages du mesurage de la température à l'aide de résistances semi-conductrices, on démontre que celles-ci, comparées avec tous les autres traducteurs électriques de température, sont douées de la sensibilité la plus grande. Pour un champ restreint de température, elles ont la plus grande précision. En même temps, à cause de leur grande résistance, on peut négliger les résistances des conducteurs de raccordement. Elles sont utilisées entre 100 et 300 °C, c'est-à-dire dans un domaine plus étroit que lorsque l'on emploie des thermo-éléments et des thermomètres à résistances métalliques. En ce qui concerne les valeurs moyennes de la constante H et les dimensions, elles sont plus avantageuses que les thermomètres à résistances, mais sont, au moins en partie, inférieures aux thermo-éléments. Leur caractéristique non-linéaire R (T) peut facilement devenir linéaire entre certaines limites. On décrit la construction d'un traducteur de température et on indique plusieurs utilisations des résistances semi-conductrices pour le mesurage de la vitesse, de la pression et de l'humidité ainsi que les limites d'application de ces méthodes.

CD 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

Marinescu, I. et *Pănoiu, A.* : **Essai des coupe-circuits de haute tension à la puissance de rupture en circuit oscillant.**
Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 259–265

Etant donné que l'augmentation de la puissance du court-circuit rend nécessaire une augmentation de la puissance de rupture des coupe-circuits de haute tension, des essais ont été effectués avec les coupe-circuits fabriqués actuellement en Roumanie pour 200 et 400 MVA. Les expériences réalisées à l'Institut roumain de recherches électrotechniques ont fait ressortir certains défauts d'ordre technologique et constructif ; ces défauts une fois éliminés, la déconnection des courants de court-circuit, qui correspond à la puissance de 400 MVA (et quelquefois même plus) est assurée.

CD 621.318.22.017.32 : 538.213

Ianovici, M., Cosma, D., Drosu, M. et *Rottenstein, B.* : **Contributions à l'étude des caractéristiques magnétiques d'un acier extra-mou pour circuits magnétiques à champs intenses.**
Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 266–274

Les principales caractéristiques magnétiques de l'acier extra-mou élaboré pour la première fois en Roumanie sont présentées et comparées avec les caractéristiques des matériels similaires produits à l'étranger. On discute l'effet du traitement thermique sur ces caractéristiques et on présente ensuite quelques données relatives à l'élaboration de l'acier extra-mou. Finalement sont décrites les performances réalisées avec un électro-aimant pour champs intenses, construit à l'aide de ce matériel.

COMPTES RENDUS, p. 275–276
EXTRAITS, p. 277–278
CHRONIQUE, p. 278–279
BRÈVES NOUVELLES, p. 280

CONTENTS

DC 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

Millea, A. : **Alternating voltage stabilizing circuits with unlinear inertial resistances.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 241–250

The principal parameters of some unlinear circuits, composed of nonlinear inertial resistances and of linear resistances, having the propriety to stabilize the alternating voltage, are calculated. The computation is based on the approximation of the characteristics of the nonlinear resistances by means of a well verified power function, especially in the case of the resistors with incandescent filament. Simple expressions of the ratio of the output voltage and the input voltage of the stabilization factor, of the powers and of the efficiency of the stabilizing connections round the optimum operating point are deduced and methods and designing relations are given, in order to obtain the maximum efficiency. The same circuits are examined afterwards in the function of „voltage indicator". The measurements carried out on a connection containing lamps with wolfram filament yielded results approaching those obtained by calculation.

DC 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

Birr, H. : **Semi-conductor resistances — advantages and temperature measuring range.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 250–259

After considering the advantages and the draw-backs of temperature measuring by semi-conductor resistances, the author ascertains that these possess the highest sensitivity among electrical temperature transducers. Also, for narrow temperature ranges, semi-conductors are very accurate and, due to their great resistance, the connecting wire resistance may be neglected. The temperature limits are stressed between 100–300°C, therefore much narrower as for thermocouples and thermometers with metallic resistances. As regards the average value of the constant H and the dimensions, these surpass resistance thermometers but are partly overtaken by thermocouples. Their non-linear characteristic $R(T)$ may be simply linearized in certain limits.

The author goes on by describing the construction of a temperature transducer and various uses of semi-conductor resistances for measuring velocity, pressure and hummidity as well as the range of possible application.

DC 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

Marinescu, I. and *Pănoiu, A.* : **Testing of high voltage fuses at breaking capacity in oscillating circuits.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 259–265

As the increase of the short-circuit capacity imposes an increase of the breaking capacity of the high voltage fuses, there were carried out testings of the fuses for 200 MVA and 400 MVA that are being constructed nowadays in our country. The tests carried out at the experience station of the ICET made obvious some technologic and constructive faults, by the removal of which the possibility of disconnection of the short-circuit currents, corresponding to the power of 400 MVA and even more in some cases, will be secured.

DC 621.318.22.017.32 : 538.213

Ianovici, M., Cosma, D., Drosu, M. and *Rottenstein, B.* : **Contributions to the study of magnetic characteristics of dead soft steel.**

Electrotehnica **11** (1963) 7, p. 266–274

This paper mentions the main magnetic characteristics of dead soft steel and compares them with those of similar foreign steel. He continues by discussing the effect of thermal treatment upon these characteristics and also by presenting some short data about the metallurgical manufacturing process of steel. The authors conclude by showing the performances obtained with an intense field electro-magnet build from this steel.

REVIEWS, p. 275–276

ABSTRACTS, p. 277–278

CRONICLE, p. 278–279

BRIEF NEWS. p. 280

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.311.1 SISTEME ELECTROENERGETICE

CZ 621.311.1.001.1

Schneider, W. :

Principiile teoretice de optimalizare în exploatarea reţelelor electrice. In : Elektrizitätswirtschaft 62, nr. 1, 5 ian. 1963, p. 17—22, 5 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.311.1.016.351

Venikov, A. V. şi *Khariharan, V. M.* :

Criteriile practice de stabilitate statică. a sistemelor electrice. In : Elektricestvo 82, nr. 12, 1962, p. 11—15, 7 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.17.016.352

Afonin, P. A. :

Elementele dinamicii proceselor de tranziţie la motoarele electrice pas cu pas. În : Elektricestvo 82, nr. 11, 1962, p. 67—71, 10 fig., 5 ref. bibl.

CZ 621.313.333.011.4

Michele, T. :

Motoarele asincrone trifazate. Caracteristice dinamice. În : Elettrodomestica, nr. 2, febr. 1963, p. 75—78.

CZ 621.313.333.077.8

Adamenko, I. A. :

Micromotoare monofazate cu condensatoare şi înfăşurări trifazate ale statorului. In : Elektricestvo 82, nr. 11, 1962, p. 54—62, 9 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMATOARE. CONVERTIZOARE. REDRESOARE

CZ 621.314.21.001.24

Kochendörfer, E. :

Experienţe făcute în folosirea calculatorului electronic în studierea proiectelor de transformatoare. In : Elektrizitätswirtschaft 62, nr. 5, mart. 1963, p. 158—162, 5 fig.

CZ 621.314.222/224 : 621.316.93 : 625.316.57

Geise, F. :

Măsuri pentru reducerea supratensiunii circuitelor secundare ale transformatoarelor de măsură în instalaţiile de înaltă tensiune. In : Elektrizitätswirtschaft 62, nr. 2, 20 ian. 1963, p. 37—41, 9 fig., 1 tab.

CZ 621.314.57.018.7

Uhlmann, E. :

Asupra proprietăţilor de unde fundamentale în cazul redresorului de curent. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-A) 84, nr. 4. 25 febr. 1963, p. 114—119, 9 fig., 1 tab., 2 ref. bibl.

CZ 621.314.63.012.6

Efremov, S. I., Zagaionov, A. M. şi *Mikolski, K. J.* :

Cercetarea caracteristicilor de sarcină a redresoarelor de putere cu semiconductoare. In : Elektricestvo 82, nr. 12, 1962, p. 59—64, 11 fig.

CZ 621.314.63 : 621.365

Mikonov, N. V. şi *Sakovitch, A. A.* :

Un convertor cu redresor cu siliciu pentru electrometalurgie. In : Elektricestvo 82, nr. 12, 1962, p. 55—59, 5 fig.

CZ 621.315 TRANSMISIUNEA ENERGIEI ELECTRICE. LINII CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.1.027.25

Alexandrov, M. G., Kostenko, V. M. şi *Polovoi, F. I.* :

Despre perspectivele creşterii tensiunii liniilor aeriene de transport ale energiei electrice. In : Elektricestvo 82, nr. 11, 1962, p. 20—26, 4 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.315.1.027.81/82

Siromiatnikov, A. I. :

Asupra problemei transportului energiei electrice la distanțe mari. In : Elektricestvo 82, nr. 11, 1962, p. 13—20, 7 fig., 2 tab., 7 ref. bibl.

CZ 621.315.61 : 621.315.2.027.3

Brinkmann, K. :

Evoluția materialelor izolante pentru cabluri de înaltă și foarte înaltă tensiune. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-A) 84, nr. 4, 25 febr. 1963, p. 119—126, 10 fig., 57 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAȚIE. INTRERUPTOARE. DISPOZITIVE DE PROTECȚIE

CZ 621.316.14 : 621.3.024.027.8

Dahlman, C. D. și *Engstrom, G.* :

Noi instalații pentru curent continuu de înaltă tensiune. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-B) 15, nr. 4, 18 febr. 1963, p. 73—77, 8 fig., 1 tab.

CZ 621.316.718.5 : 621.313.333 : 621.375.3

Dunaevski, J. S., Iacobson, B. N. :

Comanda vitezei de rotație a motoarelor asincrone cu ajutorul amplificatorului magnetic conexat în opoziția circuitului rotorului. In : Elektricestvo 82, nr. 12, 1962, p. 51—55, 4 fig., 1 tab., 5 ref. bibl.

CZ 621.316.718.5 : 621.376

Zavalishin, A. D., Novikovo, I. G. și *Chen Bin-gan* :

Convertizoare tranzistorizate de frecvență pentru reglarea vitezei motoarelor asincrone. In : Electricestvo 82, nr. 11, 1962, p. 37—45, 11 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.316.722.1 : 621.375.3

Milovzorov, P. V., Volkov, I. N. și *Krutchkov, N. V.* :

Regulator magnetic de tensiune cu bandă largă de reglare. In : Elektricestvo 82, nr. 10, p. 65—71, 11 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317.333

Möller, H. :

Nou procedeu pentru înregistrarea unui factor de pierderi dielectrice cu variații rapide. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-A) 84, nr. 1, 14 ian. 1963, p. 8—13, 11 ref. bibl.

CZ 621.317.333.8 „71"

Helmecher, G. :

Evoluția tehnicii tensiunii de șoc, In : Elektrotehn. Z. (ETZ-A) 84, nr. 4, 25 febr. 1963, p. 107—113, 10 fig., 1 tab., 67 ref. bibl.

CZ 621.317.384 : 621.311.1

Szendy, K. :

Determinarea simplă a pierderilor suplimentare. In : Elektrotehn. Z. (ETZ-A) 84, nr. 1, 14 ian. 1963, p. 16—17, 6 fig.

CZ 621.317.7.082.6

Christmann, A. :

Instrumente de măsură bimetalice. In : Elektrizitätswirtschaft 62, nr. 3, 5 febr. 1963, p. 86—87, 6 fig.

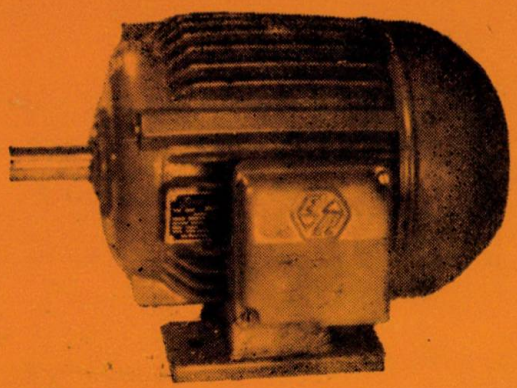
CZ 621.317.735

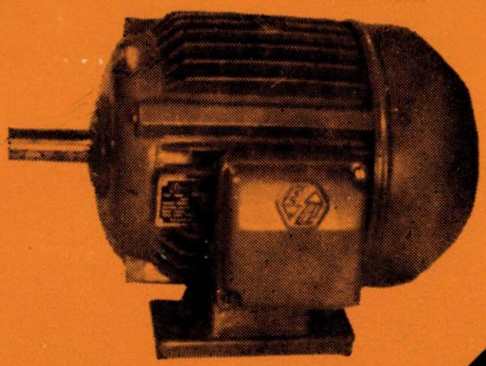
Herzig, K. :

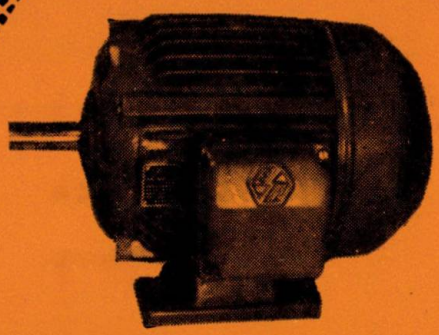
Dispozitiv HT pentru încercarea cablurilor și liniilor. In : Elektrizitätswirtschaft 62, nr. 2, 20 ian. 1963, p. 50—52, 4 fig.

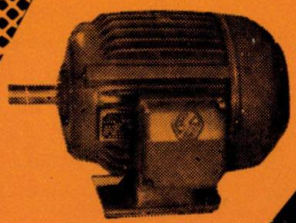
UZINA
ELECTROPRECIZIA

SĂCELE – REGIUNEA BRAȘOV

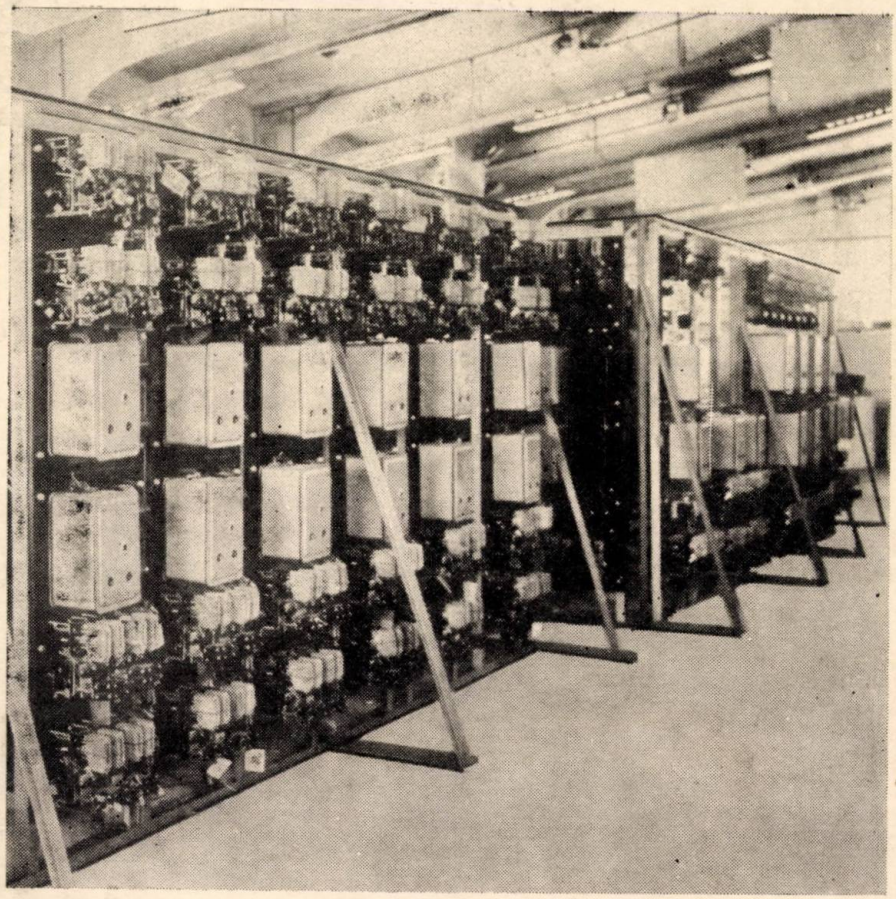








Produce un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate cu rotor în scurtcircuit, pentru puteri de la 0,6 la 13 kW și cu turații de la 750 la 3 000 rot/min, precum și echipament electric pentru tractoare și mașini auto



I.P.I. c. 2816

LEI 5

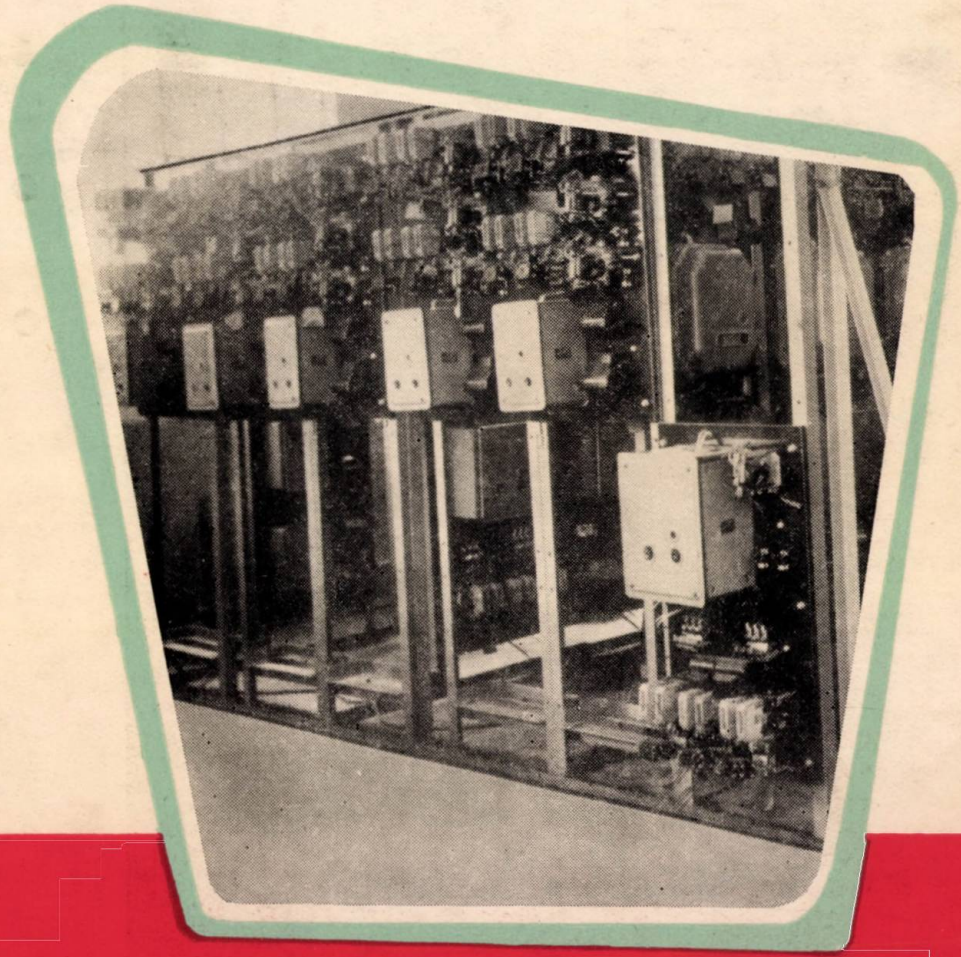
E 2040

R

X/.

SPERANȚA

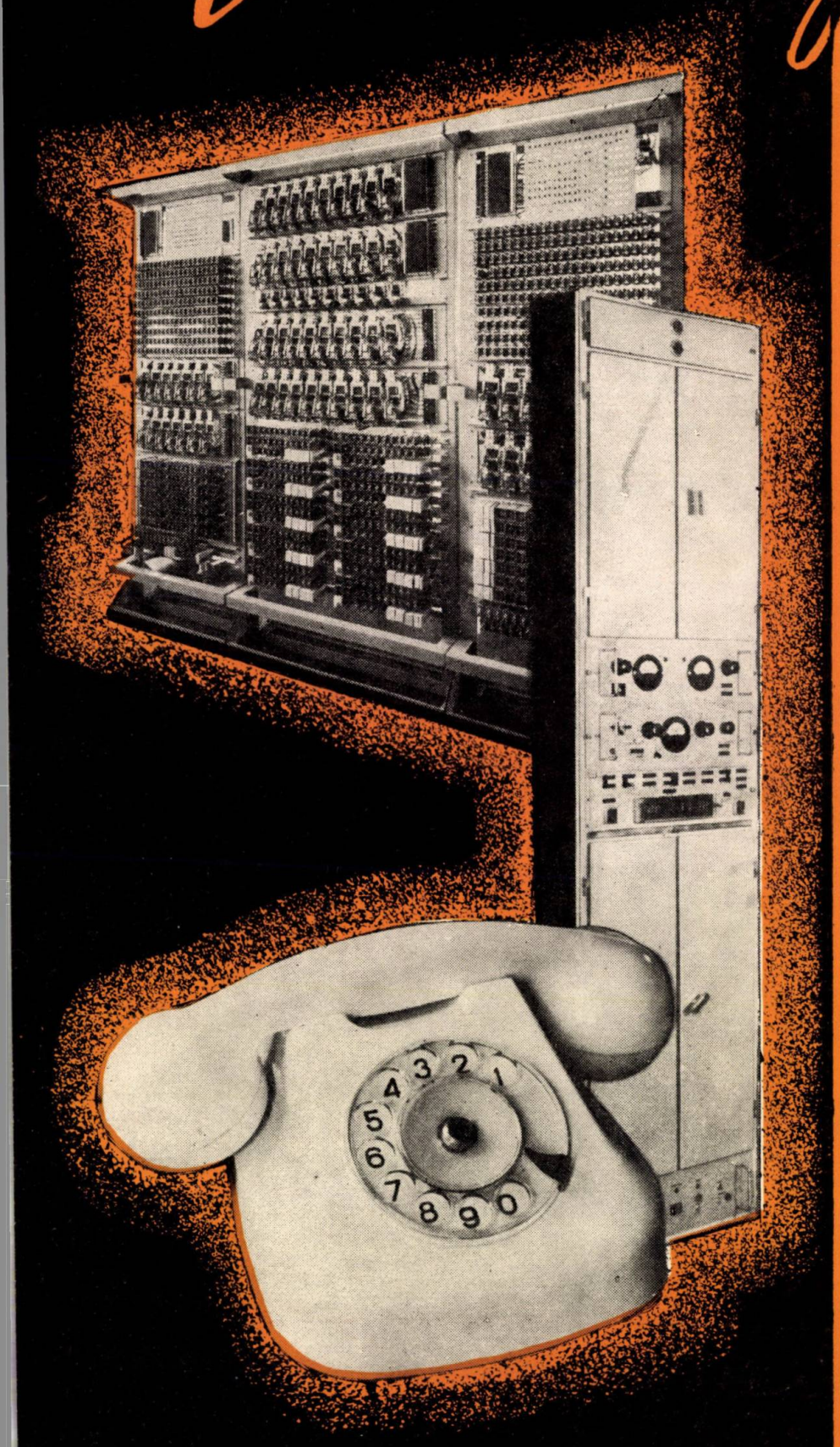
ELECTROTEHNICA



8

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 8 ★ p. 281 — 320 ★ august 1963

uzina Electromagnetica



INTREPRINDERE
DE ECHIPAMENT
ELECTROTEHNIC
BUCUREȘTI
Calea Rahovei nr 266 – 268

LIVREAZĂ:

- **Centrale telefonice automate**
- **Echipamente de curenți purtători**
- **Telefoane automate, B.C. și speciale**
- **Amplificatoare telefonice S.C.B.**
- **Elemente electronice de telecomandă și telecomunicații**

UEM

OSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 8 august 1963

CUPRINS

CZ 621.3.016.2 : 621.316.11.016.313

Nedelcu, V. N. : **Cu privire la definiția puterii aparente a sistemelor trifazate nesimetrice.**

Electrotehnica *11* (1963), 8, p. 281–285

După ce se trec în revistă diferitele formulări existente în literatura de specialitate pentru puterea aparentă a sistemelor polifazate se definește această mărime pentru cazul sistemelor trifazate nesimetrice pornindu-se de la noțiunea de „putere aparentă complexă instantanee", introdusă anterior de autor. Se arată legătura dintre puterile : aparentă, aparentă complexă, activă și reactivă ale sistemelor polifazate.

CZ 621.312.003 EM (498)

Tănăsescu, Gh., Ivășchescu, I., Sirian, E. și *Rochianu, D.* : **Aspecte ale specializării producției la întreprinderea „Electromotor" — Timișoara.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 285–293

Se prezintă problema specializării și cooperării producției în industria electrotehnică, și anume în industria producătoare de motoare electrice (întreprinderea „Electromotor"). Se prezintă sub formă de tabele profilul întreprinderii conform planului de perspectivă pe perioada 1962–1975, ponderea și dinamica personalului pe total și pe categorii de personal, a producției marfă pe total și pe grupe de produse pentru anii 1956–1975.

CZ 621.318.22.003.1 : 621.313.33

Ionescu, N. : **Considerații tehnico-economice cu privire la consumurile de tablă silicioasă pentru execuția mașinilor electrice.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 293–298

Se analizează posibilitățile de reducere a consumurilor specifice de tablă silicioasă, avîndu-se în vedere progresele recente făcute atît în construcția preselor de decupare, cît și în construcția ștanțelor. Se indică soluțiile tehnico-economice cele mai avantajoase, aplicabile la producția de mașini electrice rotative din R.P.R.

CZ 621.34–52 : 621.313.223.2 : 622.24

Finețescu, D., Dan, I., Zăroni, R. și *Lapedatu, E.* : **Automatizarea acționării cu motoare de curent continuu pentru echipamente de foraj.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 299–309

Se prezintă schema de automatizare a unei acționări cu motoare de curent continuu cu excitație separată, comandată prin amplificatoare magnetice și redresoare cu siliciu, destinate instalațiilor de foraj. Schema permite reversarea sensului de rotație, precum și acționarea și frînarea la viteze constante utilizînd cuplul maxim disponibil pentru un domeniu larg de viteze de rotații. Se obține o gamă largă de viteze prin variația tensiunii redresate aplicate rotoarelor pînă la atingerea valorii maxime, determinată de tensiunea rețelei, urmată de slăbirea variabilă a excitației motoarelor.

Se tratează pe larg schema amplificatorului final de alimentare a rotorului motorului, precum și metodele de înlăturare a instabilității ansamblului amplificator-motor.

NOTE

CZ 621.313.333.016.1 : 621.3.018.46

Saal, C. : **Determinarea alunecării critice.**

Electrotehnica 11(1963), 8, p. 309

RECENZII, 310–312

REFERATE, 313–315

CRONICĂ, 316–319

SCURTE ȘTIRI, 320

INVENȚII, 320

Fotografia de pe coperta I reprezintă un aspect de la fabricația tablourilor de comandă destinate unui laminor, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă seria unitară de amplificatoare magnetice AMSU și AMSI.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.3.016.2 :621.316.11.016.313

Неделку В. Н.: **К вопросу определения понятия кажущейся мощности трёхфазных несимметричных систем,**

Electrotehnica 11/1963/, 8, стр. 281—285

После обзора различных формулировок кажущейся мощности многофазных систем, встречаемых в технической литературе, данная величина для трёхфазных несимметричных систем определяется, исходя из понятия „кажущаяся комплексная мгновенная мощность", ранее введена автором. Устанавливается связь между кажущейся, комплексной, активной и реактивной мощностями многофазных систем.

ДК 621.312.003 ЕМ (498)

Тэнэсеску Г., Иваскеску И., Ширияп Е. и *Рокяну Д.*: **К вопросу специализации производства на предприятии „ЭЛЕКТРОМОТОР". Тимишора.**

Electrotehnica 11/1963/8, стр. 285—293

Рассматривается вопрос специализаций и кооперации производства в электротехнической промышленности, а именно: электродвигателей (предприятие „Электромотор"). Даются таблицы с указанием профиля предприятия, согласно перспективному плану на период 1962—1975 гг., веса и динамики персонала, в целом, а также по категориям, валовой товарной продукции и по группам изделий на период 1956—1975 г.г.

ДК 621.318.22.003.1 : 621.313.33

Попеску Н.: **Техно-экономические соображения относительно расхода кремнистого железа для изготовления электрических машин.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, стр. 293—298

Рассматриваются возможности сокращения удельных расходов кремнистого железа, учитывая современные прогрессы как в области строительства вырубных прес, так и штаммов. Указываются наиболее выгодные техно-экономические решения для электрических машин с вращающимися двигателями отечественного производства.

ДК 621.34—52 : 621.313.223.2 : 622.24

Финцеску Д., Дан И., Зэрони Р. и *Лапэдату Е.*: **Автоматизация привода двигателями постоянного тока для буровых установок.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, стр. 299—309

Рассматривается схема автоматизации привода двигателями постоянного тока с независимым возбуждением, управляемой магнитными усилителями и кремнистыми выпрямителями, предназначенными для буровых установок. Схема допускает реверсирование направления вращения, а также привод и торможение при постоянных скоростях, используя свободный максимальный момент для обширной области скоростей вращения. Получается обширный диапазон скоростей путём изменения напряжения выпрямленного тока, до достижения максимальной величины, определяемой напряжением сети и сопровождаемой переменным отпуском возбуждения двигателей. Широко рассматривается схема оконечного усилителя питания ротора двигателя, а также способы предотвращения неустойчивости узла „усилитель-двигатель".

ПРИМЕЧАНИЕ

ДК 621.313.333.016.1 :621.3.018.46

Саал Ч.: **Определение критического скольжения.**

Electrotehnica 11/1963/, 8, стр. 309

РЕЦЕНЗИИ, 310—312

РЕФЕРАТЫ, 313—315

ХРОНИКА, 316—319

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ, 320

ИЗОБРЕТЕНИЯ — НОВАТОРСТВА, 320

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3.016.2 :621.316.11.016.313

Nedelcu, V. N.: **Im Zusammenhang mit der Definition der Scheinleistung nichtsymmetrischer Drehstromsysteme.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, S. 281–285

Nach einer Übersicht der verschiedenen in der Fachliteratur erwähnten Definitionen der Scheinleistung mehrphasiger Systeme, wird diese Grösse für den Fall nichtsymmetrischer Drehstromsysteme definiert, wobei vom nachträglich vom Verfasser eingeführten Begriff „augeblickliche komplexe Scheinleistung" ausgegangen wird. Es wird der Zusammenhang zwischen der Scheinleistung, der komplexen Scheinleistung, der aktiven und reaktiven Leistung der mehrphasigen Systeme dargelegt.

DK621.312.003 EM (498)

Tănăsescu, Gh. Ivăşchescu, I., Sirian, E. und Rochianu, D.: **Über die Produktionsspezialisierung im „Electromotor" — Werk Timişoara.**

Electrotehnica, 11 (1963) 8, S. 285–293

Der Aufsatz enthält eine Darlegung des Problems der Spezialisierung und des Zusammenwirkens der Produktion in der elektrotechnischen Industrie und zwar in der Elektromotorenindustrie (Elektromotor-Betrieb). An Hand von Tabellen wird das Profil des Betriebs entsprechend des Perspektivplans für die Zeitspanne 1962–1975, der Stand und die Dynamik der Belegschaft — Gesamtzahl bzw. Belegschaftskathegorien, sowie der Warenproduktion — Gesamtwert und Erzeugnisgruppen für die Jahre 1956—1975 dargelegt.

DK 621.318.22.003.1 : 621.313.33

Ionescu, N.: **Technisch-wirtschaftliche Bemerkungen zum Gebrauch von Siliziumblech beim Bau elektrischer Maschinen.**

Electrotehnica, 11 (1963) 8, S. 293–298

Es werden die Möglichkeiten zur Herabsetzung des spezifischen Verbrauchs an Siliziumblech im Lichte der jüngsten Fortschritte im Bau der Stanzpressen und Stanzwerkzeuge dargelegt. Die vorteilhaftesten technischen und wirtschaftlichen Lösungen für den Bau elektrischer Maschinen in der RVR werden angeführt.

DK 621.34–52 : 621.313.223.2 : 622.24

Finţescu, D. Dan, I., Zăroni, R. und *Lapedatu, E.*: **Die Automatisierung des Gleichstrommotoren-Antriebs für Bohranlagen.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, S. 299–309

Der Aufsatz enthält die Automatisierungsschaltung eines Antriebs mit Gleichstrommotoren mit separater Fremderregung und Magnetverstärker-bzw. Siliziumgleichrichter-Steuerung für Bohranlagen. Die Schaltung ermöglicht eine Umkehrung der Drehrichtung den Antrieb und das Bremsen bei konstanten Geschwindigkeiten, wobei das maximal verfügbare Drehmoment für ein breites Geschwindigkeitsbereich erreicht wird. Durch die Änderung der gleichgerichteten Spannung, die den Rotoren bis zur Erreichung der von der Netzspannung abhängigen Höchstgeschwindigkeit zugeführt wird und von einer allmählichen Herabsetzung der Motorhaupterregung gefolgt ist, wird ein breites Geschwindigkeitsbereich erreicht.

Die Verfasser behandeln eingehend die Schaltung des Endtransduktorverstärkers für die Rotorerregung, sowie die Verfahren zur Beseitigung der Instabilität des Verstärker-Motor–Satzes.

NOTE

DK 621.313.333.016.1 :621.3.018.46

Saal, C.: **Die Bestimmung der kritischen Schlüpftung.**

Electrotehnica, 11 (1963), 8, S. 309

Buchbesprechungen, 310–312

Referate, 313–315

Chronik, 316–319

Kurznachrichten, 320

Erfindungen-Neuerungen, 320

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Anul 11 nr. 8 Bucureşti, august 1963

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883 BUDAPEST

Cu privire la definiţia puterii aparente a sistemelor trifazate nesimetrice

Vasile N. Nedelcu — Bucureşti*

În literatura de specialitate definiţia noţiunii puterii aparente a sistemelor polifazate a suscitat numeroase discuţii, existînd diferite formulări în acest sens. Lucrarea de faţă aduce o contribuţie la elucidarea acestei probleme.

CZ 621.3.016.2 : 621.316.11.016.313

În literatura de specialitate, în decursul anilor a fost acordată o atenţie deosebită problemei definiţiei puterii aparente a sistemelor trifazate [1], [2], [3]. Se cunosc numeroase formulări şi formule pentru această mărime fără ca însă să se poată face vreo legătură între acestea [4], [5], [6].

Avînd în vedere creşterea puterii instalate în sistemele electroenergetice, sporirea consumului în receptoarele monofazate şi dispozitivele de redresare, problema elaborării noţiunilor teoretice care permit analiza şi înţelegerea proceselor electromagnetice, ce se desfăşoară în instalaţii, este foarte actuală, în vederea adoptării unor măsuri tehnice, menite să conducă la îmbunătăţirea calităţii energiei electrice. În această ordine de idei se înscrie noţiunea de putere aparentă a sistemelor polifazate, cu cea mai generală noţiune de putere, care se foloseşte în electrotehnică.

Dintre formulele propuse prezintă interes formula dezvoltată în lucrările [1], [2] şi în ultimul timp în [3], [5], [6], cît şi formula propusă în lucrarea [4].

Astfel, pornindu-se de la expresia puterii active

$$P = \sum_{r=1}^{r=m} \frac{1}{T} \int_0^T u_r(t)\, i_r(t)\, \mathrm{d}t, \qquad (1)$$

în care :

$u_r(t)$, $i_r(t)$ sînt valorile instantanee ale tensiunii şi curentului pe fază; m — numărul fazelor;

se defineşte puterea aparentă, ca valoarea maximă a puterii active care poate fi transmisă în receptor la valori constante ale tensiunilor şi curenţilor, considerîndu-se această valoare drept :

$$S = \sum_{r=1}^{r=m} \left(\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u_r^2(t)\, \mathrm{d}t} \right) \left(\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_r^2(t)\, \mathrm{d}t} \right), \qquad (2)$$

insistîndu-se asupra faptului, că dacă se acceptă această definiţie, sau alta mai bună, trebuie să se renunţe la celelalte definiţii care se întîlnesc în electrotehnică.

Faţă de această propunere L. S. Lurie [5] obiectează, insistînd asupra formulei dezvoltate în lucrările [1], [2], şi reluată în [3], astfel încît această problemă a rămas deschisă. În legătură cu această discuţie, trebuie subliniat faptul că nici propunerea cuprinsă în lucrarea [4], nici în celelalte lucrări nu rezolvă problema corelaţiei dintre noţiunea de „putere aparentă" şi noţiunea de „putere aparentă complexă", care se foloseşte în electrotehnică atît în cazul sistemelor monofazate, cît şi al sistemelor polifazate. Lucrarea de faţă îşi propune să arate că între diferitele noţiuni discutate, există o corelaţie intrinsecă, fapt care oferă posibilitatea precizării conţinutului noţiunii de putere aparentă şi a diferitelor aspecte ale acesteia. Pentru aceasta se va folosi noţiunea „de putere aparentă complexă instantanee", introdusă în lucrările [7], [8].

* Cd. ş.t. V. N. *Nedelcu* este conferenţiar la I.P.B. şi şef de secţie la I.C.E.T.

Cazul general al unui sistem trifazat sinusoidal

Se consideră un receptor trifazat nesimetric ($\dot{Z}_r \neq \dot{Z}_s$; $r, s = a, b, c$), care se conectează la un sistem de tensiune trifazat nesimetric. Pentru valorile instantanee ale tensiunilor și curenților pe fază se adoptă expresiile:

$$u_r = U_r \cos(\omega t + \varepsilon_r);\ i_r = I_r \cos(\omega t + \beta_r) \quad (3)$$

și se consideră că aceste mărimi satisfac condiția:

$$\sum u_r = 0;\ \sum i_r = 0. \quad (4)$$

Mărimile (3) pot fi exprimate în funcție de fazorii Fresnel:

$$u_r = \frac{1}{2}(\overleftarrow{u}_r + \overrightarrow{u}_r);\ i_r = \frac{1}{2}(\overleftarrow{i}_r + \overrightarrow{i}_r); \quad (5)$$

$$\left.\begin{aligned} \overleftarrow{u}_r &= \dot{U}_r e^{j\omega t} = u_r + j u'_r;\ \overrightarrow{u}_r = \dot{U}_r^* e^{-j\omega t} = u_r - j u'_r \\ \overleftarrow{i}_r &= \dot{I}_r e^{j\omega t} = i_r + j i'_r;\ \overrightarrow{i}_r = \dot{I}_r^* e^{-j\omega t} = i_r - j i'_r \end{aligned}\right\}, \quad (6)$$

unde:

$$\left.\begin{aligned} \dot{U}_r &= U_r e^{j\varepsilon_r};\ \dot{U}_r^* = U_r e^{-j\varepsilon_r} \\ \dot{I}_r &= I_r e^{j\beta_r};\ \dot{I}_r^* = I_r e^{-j\beta_r} \end{aligned}\right\}; \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} u'_r &= \frac{1}{2}(-j\overleftarrow{u}_r + j\overrightarrow{u}_r) = U_r \sin(\omega t + \varepsilon_r) \\ i'_r &= \frac{1}{2}(-j\overleftarrow{i}_r + j\overrightarrow{i}_r) = I_r \sin(\omega t + \beta_r) \end{aligned}\right\}. \quad (8)$$

Puterea instantanee schimbată între sursă și receptorul trifazat este:

$$p = \frac{1}{2}(\overleftarrow{s} + \overrightarrow{s}), \quad (9)$$

unde:

$\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$ sînt puterile aparente complexe rezultante instantanee:

$$\overleftarrow{s} = \sum_m \overleftarrow{s}_r = p + jq;\ \overrightarrow{s} = \sum_m \overleftarrow{s}_r = p - jq; \quad (10)$$

$$\left.\begin{aligned} \overleftarrow{s}_r &= \frac{1}{2}\overleftarrow{u}_r(\overleftarrow{i}_r + \overrightarrow{i}_r) = p_r + jq_r \\ \overrightarrow{s}_r &= \frac{1}{2}\overrightarrow{u}_r(\overleftarrow{i}_r + \overrightarrow{i}_r)\ p_r - jq_r \end{aligned}\right\}; \quad (11)$$

$$\left.\begin{aligned} p &= \sum_m p_r = \sum_m u_r i_r \\ q &= \sum_m q_r = \sum_m u'_r i_r \end{aligned}\right\}; \quad (12)$$

q fiind puterea reactivă instantanee rezultantă.

Dacă se consideră relațiile (5), (6), (7), expresiile (10) se transformă:

$$\left.\begin{aligned} \overleftarrow{s} &= \mathring{S} + \overleftarrow{s}_2 = \mathring{S} + \mathring{S}_2 e^{-j2\omega t} \\ \overrightarrow{s} &= \mathring{S}^* + \overrightarrow{s}_2 = \mathring{S}^* + \mathring{S}_2^* e^{-j2\omega t} \end{aligned}\right\}; \quad (13)$$

în care:

$$\left.\begin{aligned} \mathring{S} &= \frac{1}{T}\int_0^T \overleftarrow{s}\,dt = \sum_m \mathring{S}_r = P + jQ \\ \mathring{S}^* &= \frac{1}{T}\int_0^T \overrightarrow{s}\,dt = \sum_m {}^*\mathring{S}_r^* = P - jQ \end{aligned}\right\}; \quad (14)$$

$$\left.\begin{aligned} \mathring{S}_r &= P_r + jQ_r = \frac{1}{2}\dot{U}_r \dot{I}_r^* \\ \mathring{S}_r^* &= P_r - jQ_r = \frac{1}{2}\dot{U}_r^* \dot{I}_r \end{aligned}\right\}; \quad (15)$$

$$\left.\begin{aligned} P &= \frac{1}{T}\int_0^T p\,dt = \sum_m \frac{1}{2} U_r I_r \cos\varphi_r \\ Q &= \frac{1}{T}\int_0^T q\,dt = \sum_m \frac{1}{2} U_r I_r \sin\varphi_r \end{aligned}\right\}; \quad (16)$$

$$\mathring{S}_2 = \sum_m \mathring{S}_{2r} = \sum_m \frac{1}{2}\dot{U}_r \dot{I}_r;\ \mathring{S}_2^* \sum_m \mathring{S}_{2r}^* = \sum \frac{1}{2}\dot{U}_r^* \dot{I}_r^*; \quad (17)$$

unde:

$\dot{S}$, $\dot{S}^*$ sînt puterile aparente (medii) complexe;

$\dot{S}_2$, $\dot{S}_2^*$ — puterile aparente fluctuante complexe;

$\overleftarrow{s}_2$, $\overrightarrow{s}_2$ — puterile aparente fluctuante complexe instantanee

$$\varphi_r = \varepsilon_r - \beta_r \quad (18)$$

Dacă se introduc componentele simetrice Stokvis-Fortescue, expresiile (14), (17) devin:

$$\left.\begin{aligned} \mathring{S} &= \frac{3}{2}(\mathring{U}_1 \mathring{I}_1^* + \mathring{U}_2 \mathring{I}_2^*) \\ \mathring{S}^* &= \frac{3}{2}(\mathring{U}_1^* \mathring{I}_1 + \mathring{U}_2^* \mathring{I}_2) \end{aligned}\right\}; \quad (19)$$

$$\left.\begin{aligned} \mathring{S}_2 &= \frac{3}{2}(\mathring{U}_1 \mathring{I}_2 + \mathring{U}_2 \mathring{I}_1) \\ \mathring{S}_2^* &= \frac{3}{2}(\mathring{U}_1^* \mathring{I}_2^* + \mathring{U}_2^* \mathring{I}_1^*) \end{aligned}\right\}. \quad (20)$$

Valorile maxime posibile ale mărimilor S, S_2, P, Q pot fi determinate, dacă se ia în considerare inegalitatea Cauchy:

$$|\sum \dot{U}_r \dot{I}_r|^2 \leqslant (\sum |\dot{U}_r|^2)(\sum |\dot{I}_r|^2) \quad (21)$$

și inegalitatea Buniakowsky [9]

$$(\sum \int_a^b u_r(t)\, i_r(t)\,dt)^2 \leqslant (\sum \int_a^b u_r^2(t)\,dt)(\sum \int_a^b i_r^2(t)\,dt). \quad (22)$$

Astfel, pot fi scrise inegalitățile:

$$S^2 \leqslant S^2_{max};\quad S_2^2 \leqslant S^2_{2max};$$
$$P^2 \leqslant P^2_{max};\quad Q^2 \leqslant Q^2_{max}, \qquad (23)^*$$

unde S, S_2 sînt amplitudinile mărimilor $\dot{S}$, $\dot{S}_2$;

$$S^2_{max} = S^2_{2max} = P^2_{max} = Q^2_{max} = \frac{1}{4}(\sum U_r^2)(\sum I_r^2 =$$
$$= {}^9\!/_4\,(U_1^2 + U_2^2)(I_1^2 + I_2^2) = {}^9\!/_4 \cdot U_\sigma^2 \cdot I_\sigma^2, \quad (24^*)$$

unde:

$$\left.\begin{aligned} U_\sigma^2 &= \frac{1}{3}\sum U_r^2 = U_1^2 + U_2^2 \\ I_\sigma^2 &= \frac{1}{3}\sum I_r^2 = I_1^2 + I_2^2 \end{aligned}\right\}. \qquad (25)$$

În inegalitățile (23) semnul = va avea loc atunci și numai atunci cînd sînt satisfăcute condițiile:

1) $S^2 = S^2_{max}$,

cînd amplitudinile U_r și I_r sînt proporționale și toate produsele $\dot{U}_r\,\dot{I}_r^*$ vor avea același argument, adică:

$$\left.\begin{aligned} &U_r/I_r = Z_r = Z_s = Z \\ &\varepsilon_r - \beta_r = \varphi_r = \varepsilon_s - \beta_s = \varphi_s = \varphi; \end{aligned}\right\}; \qquad (26)$$

2) $S_2^2 = S^2_{2max}$,

cînd amplitudinile U_r și I_r sînt proporționale, iar produsele $\dot{U}_r\,\dot{I}_r$ vor avea același argument, adică:

$$\left.\begin{aligned} &U_r/I_r = Z_r = Z_s = Z \\ &\varepsilon_r + \beta_r = \varphi'_r = \varepsilon_s + \beta_s = \varphi'_s = \varphi' \end{aligned}\right\} \qquad (26')$$

3) $P^2 = P^2_{max}$,

cînd mărimile $u_r(t)$, $i_r(t)$ sînt proporționale, adică $u_r(t)/i_r(t) = \text{constant}$, (27)

ceea ce înseamnă, că fazorii $\overleftarrow{u}_r$, $\overleftarrow{i}_r$ respectiv $\dot{U}_r$, $\dot{I}_r$ vor fi în fază;

4) $Q^2 = Q^2_{max}$,

cînd mărimile $u'_r(t)$ și $i_r(t)$ vor fi proporționale, adică:

$$u'_r(t)/i_r(t) = \text{constant}, \qquad (28)$$

ceea ce înseamnă că fazorii $-\mathrm{j}\,\overleftarrow{u}_r$, $\overleftarrow{i}_r$, respectiv $-\mathrm{j}\,\dot{U}_r$, $\dot{I}_r$ sau $+\mathrm{j}\,\overleftarrow{u}_r$, $\overleftarrow{i}_r$, respectiv $+\mathrm{j}\,\dot{U}_r$, $\dot{I}_r$ vor fi în fază.

---

* Remarcăm faptul că expresiile (23) și (24) sînt absolut generale, independente de numărul de faze și de condiția $\varepsilon u_r = 0$.

Pe de altă parte, dacă se consideră relațiile (17), (19), (20), pot fi determinate amplitudinile mărimilor complexe $\dot{S}$, $\dot{S}_2$:

$$\mathring{S}^2 = \mathring{S}\,\mathring{S}^* = \frac{1}{4}\sum U_r^2 I_r^2 +$$
$$+ \frac{1}{4}\sum_{r\neq s}\{(\dot{Z}_r/\dot{Z}_s)U_s^2 I_r^2 + (\dot{Z}_s/\dot{Z}_r)U_r^2 I_s^2\} = {}^9\!/_4(U_1^2 I_1^2 +$$
$$+ U_2^2 I_2^2) + {}^9\!/_4\{(\dot{Z}_1/\dot{Z}_2)\,U_1^2 I_2^2 + (\dot{Z}_2/\dot{Z}_1)\,U_2^2 I_1^2\}; \quad (29)$$

$$\mathring{S}_2^2 = \mathring{S}_2\,\mathring{S}_2^* = \frac{1}{4}\sum U_r^2 I_r^2 +$$
$$+ \frac{1}{4}\sum_{r\neq s}\{\dot{U}_r \dot{I}_r \dot{U}_s^*\,\dot{I}_s^* + \dot{U}_s \dot{I}_s \dot{U}_r^*\,\dot{I}_r^*\} = {}^9\!/_4(U_1^2 I_2^2 +$$
$$+ U_2^2 I_1^2) + {}^9\!/_4(\dot{U}_1 \dot{I}_2 \dot{U}_2^*\,\dot{I}_1 + \dot{U}_2 \dot{I}_1 \dot{U}_1^*\,\dot{I}_2^*). \quad (30)$$

Dacă se compară relațiile (23) cu (29) pot fi distinse cazurile:

a) $\dot{Z}_r \neq \dot{Z}_s$ (cazul asimetriei totale); radicalul diferenței dintre mărimile S^2_{max} și S^2 se numește puterea de asimetrie:

$$A^2 = S^2_{max} - S^2 = {}^1\!/_4 \sum_{r\neq s}(U_r^2 I_s^2 + U_s^2 I_r^2) -$$
$$- 2\sum_{r\neq s} {}^1\!/_4\, U_r I_s U_s\, I_r \cos(\varphi'_{rs} - \varphi'_{sr}) = {}^9\!/_4\{U_1^2 I_2^2 +$$
$$+ U_2^2 I_1^2 - 2U_1 I_2 U_2 I_1 \cos(\varphi'_{12} - \varphi'_{21})\}, \quad (31)$$

unde:

$$\left.\begin{aligned} \varphi'_{rs} &= \varepsilon_r + \beta_s;\ \varphi'_{sr} = \varepsilon_s + \beta_r \\ \varphi'_{12} &= \varepsilon_1 + \beta_2;\ \varphi'_{21} = \varepsilon_2 + \beta_1 \end{aligned}\right\}. \qquad (32)$$

Se poate ușor observa că mărimea A reprezintă amplitudinea mărimii complexe:

$$\dot{A} = {}^3\!/_2\,(\dot{U}_1\,\dot{I}_2 - \dot{U}_2\,\dot{I}_1). \qquad (33)$$

b) $Z_r \neq Z_s$; $\varphi_r = \varepsilon_r - \beta_r = \varphi_s = \varepsilon_s - \beta_s$, în acest caz mărimile S^2, A^2 devin:

$$S^2 = \frac{1}{4}(\sum U_r I_r)^2 \qquad (34)$$

$$A^2 = \frac{1}{4}\sum(U_r I_s - U_s I_r)^2 = {}^9\!/_4\,(U_1 I_2 - U_2 I_1)^2. \quad (35)$$

c) $Z_r = Z_s$; $\varphi_r \neq \varphi_s$, în acest caz $U_r I_s = U_s I_r$ și mărimile S^2, A^2 devin:

$$S^2 = \frac{1}{4}\sum U_r^2 I_r^2 + 2\sum\frac{1}{4}\,U_r^2 I_s^2 \cos(\varphi'_{rs} - \varphi'_{sr}), \quad (36)$$

$$A^2 = 2\sum\frac{1}{4}\,U_r^2 I_s^2\,\{1 - \cos(\varphi'_{rs} - \varphi'_{sr})\}. \qquad (37)$$

d) $\dot{Z}_r = \dot{Z}_s$, în acest caz este satisfăcută condiția (25) și mărimile S^2, A^2 devin:

$$S^2 = S^2_{max}; \qquad (38)$$

$$A^2 = 0. \qquad (39)$$

În același mod ca și pentru cazul puterii aparente complexe, o putere de asimetrie poate fi definită și în cazul puterii complexe pulsatorii :

$$A_2^2 = S_{2\,max}^2 - S_2^2 = \frac{1}{4}\sum (U_r^2 I_s^2 + U_s^2 I_r^2) -$$

$$-2\sum \frac{1}{4} U_r I_s U_s I_r \cos(\varphi_{rs} - \varphi_{sr}) =$$

$$= {}^9/_4 \{U_1^2 I_1^2 + U_2^2 I_2^2 - 2 U_1 I_1 U_2 I_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (40)$$

unde :

$$\left.\begin{aligned} \varphi_{rs} &= \varepsilon_r - \beta_s; \quad \varphi_{sr} = \varepsilon_s - \beta_r \\ \varphi_1 &= \varepsilon_1 - \beta_1; \quad \varphi_2 = \varepsilon_2 - \beta_2 \end{aligned}\right\}, \quad (41)$$

iar A_2 este amplitudinea mărimii complexe :

$$\dot{A}_2 = {}^3/_2 (\dot{U}_1 \dot{I}_1^* - \dot{U}_2 \dot{I}_2^*). \quad (42)$$

Valorile extreme și particulare ale puterilor instantanee ale sistemului asimetric trifazat

Din punctul de vedere al limitelor de variație a puterii aparente instantanee sistemul asimetric trifazat se situează între sistemul monofazat, la care amplitudinea puterii pulsatorii este egală cu amplitudinea puterii aparente ($\dot{S}_2 = \dot{S}$) și sistemul trifazat simetric la care $\dot{S}_2 = 0$, datorită faptului că amplitudinile complexe ale puterii pulsatorii ale celor trei faze constituie un sistem simetric [10].

Orice instalație electrică, încărcată nesimetric, este utilizată incomplet, datorită existenței puterii pulsatorii [11]. În afară de acest efect existența puterii pulsatorii în instalațiile electroenergetice provoacă o serie de fenomene indezirabile în mașinile electrice și în special în generatoarele care alimentează această instalație.

Avînd în vedere aceste considerente, este necesar a se lua măsuri pentru limitarea amplitudinii puterii pulsatorii, pentru „simetrizarea sarcinii".

Dacă se notează cu S_2' amplitudinea puterii complexe aparente, care se obține în regimul asimetric trifazat și satisface condiția (25) ($\dot{Z}_r = \dot{Z}_s$; $S = S_{max}$), S_2' fiind mai mic decît $S_{2\,max}$, și a cărei expresie rezultă din (17), atunci pentru :

1) valorile maximă și minimă ale puterii aparente instantanee rezultă :

$$[s(t)]_{min}^2 = S_{max}^2 - (S_2')^2 = S^2 - S_2^2 = A_2^2 - A^2 =$$

$$= {}^9/_4 (U_1^2 - U_2^2)(I_1^2 - I_2^2) = {}^9/_4 U_\sigma^2 I_\sigma^2, \quad (43)$$

$$[s(t)]_{max}^2 = S_{max}^2 + (S_2')^2 \quad (44)$$

unde :

$s(t)$ este amplitudinea mărimilor complexe $\overleftarrow{s}$, $\overrightarrow{s}$.

Valoarea minimă a puterii instantanee aparente reprezintă puterea echilibrată a acestei puteri.

Trebuie subliniat faptul că mărimile U_σ, I_σ reprezintă laturile unui triunghi echilateral a cărui suprafață este egală cu suprafața triunghiului construit pe fazorii $\dot{U}_a$, $\dot{U}_b$, $\dot{U}_c$, respectiv $\dot{I}_a$, $\dot{I}_b$, $\dot{I}_c$ și că această suprafață este egală cu diferența suprafeței triunghiurilor, construite pe fazorii tensiunilor și curenților de succesiune directă și inversă [11], adică :

$$U_\sigma^2 = U_1^2 - U_2^2; \quad I_\sigma^2 = I_1^2 - I_2^2. \quad (45)$$

2) Corespunzător pot fi determinate valorile maxime și minime ale puterilor activă și reactivă instantanee.

3) Puterea complexă aparentă instantanee este egală cu puterea complexă medie aparentă maximă

$$\overleftarrow{s} = \dot{S}_\sigma = {}^3/_2 \dot{U}_\sigma \dot{I}_\sigma, \quad (46)$$

ceea ce înseamnă : $s(t) = S_\sigma$. (46')

Egalitatea (46) are loc cînd $\dot{S}_2 = 0$. Pentru ca puterea complexă pulsatorie să fie nulă, este necesar ca sistemul tensiunilor și curenților să fie simetric și de aceeași succesiune a fazelor, adică triunghiurile construite pe fazorii tensiunilor și curenților să fie echilaterale, și anume :

$$U_r = U_\sigma; \quad I_r = I_\sigma. \quad (47)$$

După cum rezultă din relația (25), U_σ, I_σ reprezintă laturile triunghiurilor echilaterale, ale căror suprafețe reprezintă suma suprafețelor triunghiurilor construite pe fazorii tensiunilor și curenților de succesiune directă și inversă.

4) Puterea complexă aparentă instantanee este egală cu puterea complexă aparentă instantanee pulsatorie.

$$\overleftarrow{s} = \overleftarrow{s}_2. \quad (48)$$

În acest caz puterea aparentă medie complexă trebuie să fie nulă, adică $\dot{S} = 0$.

Puterea medie aparentă complexă se anulează în cazul cînd sistemele de tensiuni și curenți sînt simetrice însă cele de succesiune a fazelor, diferite [12].

Dacă circuitul trifazat considerat prezintă impedanțe egale pe cele trei faze ($\dot{Z}_r = \dot{Z}_s = \dot{U}_\sigma/\dot{I}_\sigma$) și se conectează la o sursă de tensiune monofazată de amplitudine complexă $\dot{U}_\sigma$, atunci puterea aparentă complexă instantanee va fi :

$$\overleftarrow{s} = \dot{S}_\sigma + \dot{S}_{2\sigma}\, e^{j2\omega t} \quad (49)$$

unde, amplitudinile mărimilor $\dot{S}_\sigma$ și $\dot{S}_{2\sigma}$ sînt :

$$S_\sigma = S_{2\sigma} = S_{max} \quad (50)$$

În acest caz mărimea s (t) variază între limitele extreme, valorile minimum-minimorum și maximum-maximorum :

$$|s(t)_{min}|_{min} = 0 \qquad (51)$$

și

$$|s(t)_{max}|_{max} = 2S_{max}. \qquad (52)$$

Concluzii

Vorbind de puterea aparentă a sistemelor trifazate trebuie să se distingă :

a) puterea complexă aparentă ($\dot{S}$), care, după cum s-a arătat, reprezintă valoarea medie a puterii aparente complexe instantanee ($\overleftarrow{s}$) adică suma geometrică a puterilor medii active (P) și reactive (Q) ;

b) amplitudinea puterii complexe aparente (S), a cărei valoare, în funcție de parametrii circuitului, la valori efective constante ale tensiunilor și curenților, poate să varieze între 0 și S_{max} ;

c) valoarea maximă a amplitudinii S, adică S_{max}, care reprezintă valoarea maximă a puterii active sau reactive, care pot fi transmise în circuit sau din circuit în rețea. S-a arătat, că $S = S_{max}$, cînd suprafețele triunghiurilor construite pe fazorii tensiunilor și curenților sînt egale cu suma suprafețelor triunghiurilor construite pe fazorii tensiunilor și curenților de succesiune directă și inversă.

În consecință, nu trebuie să se renunțe la aceste noțiuni, după cum se cere în [4].

Avînd în vedere teorema lui Buniakowsky (22) formula (2), propusă de Voronov și Puhov [4] pentru puterea aparentă, este incorectă ; valoarea maximă a funcției (1) este dată în (23).

După cum rezultă din această relație, dacă valoarea maximă a funcției (1) ar fi fost determinată corect, formulele propuse în [4] și [5] ar fi fost identice. Însă nici într-un caz, nici în celălalt n-ar fi rezultat corelația intimă dintre toate noțiunile de putere aparentă, care s-au introdus pînă în prezent în literatura electrotehnică.

Prezentul studiu se poate generaliza fără dificultăți la sisteme polifazate cu număr de faze superior cazului $r = 3$. Este evident că în acest caz relațiile în care intervin componentele simetrice vor fi altele.

Intrat în redacție la 8.IV.1963.

Bibliografie

[1] *Buchholtz, F.* Die Darstellung der Begriffe „Scheinleistung und Scheinarbeit bei Mehrphasenstrom". În : Elektro — J. **9**, 1921, p. 15—21.

[2] *Quade, W.* Überwechselströme mit beliebiger Kurvenform in Dreiphasen Sistemen. În : Arch. Elektrotechn. **28**, 1934, p. 798—809.

[3] *Lurie, L. S.* Kajușciaiasea moșcinosti trehfaznoi sistem. În : Elektricestvo, nr. 1, 1951, p. 47—51.

[4] *Voronov, K. A.* și *Puhov, G. E.* Kajușciaiasea moșcinosti elektriceskoi țepi. În : Elektricestvo, nr. 4, 1954, p. 81.

[5] *Lurie, L. S.* Kajușciaiasea moșcinosti elektriceskoi țepi. În : Elektricestvo, nr. 4, 1954, p. 81.

[6] *Manea, F.* Puterile sistemelor trifazate nesimetrice și nesinusoidale. În : Studii și cercetări de energetică, **10**, 1960, p. 771—779.

[7] *Nedelcu, V. N.* Die einheitliche Leistungstheorie der unsymmetrischen und mehrwelligen Mehrphasen-systeme. În : ETZ — A **84**, 1963, nr. 5, p. 153—157.

[8] *Nedelcu, V. N.* Puterea aparentă complexă a sistemelor sinusoidale. În : Electrotehnica **11**, 1963, nr. 4, p. 1—6.

[9] *Smirnov, V. I.* Kurs vîșșei matematiki, tom. **III**, ciasti I. Moscova-Leningrad, 1951, p. 117—119.

[10] *Antoniu, I. S.* Chestiuni speciale de electrotehnică. București, Ed. Acad. R.P.R., 1956.

[11] *Фрейкель, А.:* Теория переменных токов. онти, 1933.

[12] *Iliovici, A.* Les coordonées symètriques en électrotechnique. Paris, I. B. Beilliere & Fils, 1934.

Aspecte ale specializării producției la întreprinderea „Electromotor" — Timișoara

Gheorghe Tănăsescu, Ion Ivășchescu, Eftimie Sirianu, Dumitru Rochianu — Timișoara*

Specializarea producției industriale este un obiectiv important prevăzut în documentele de partid și guvern ale țării noastre și ale țărilor socialiste prietene.

Contribuția autorilor la rezolvarea unor probleme de specializare în această întreprindere se situează pe linia directivelor și sarcinilor trasate în această privință.

CZ 621.312.003/EM(498)

Congresul al III-lea al P.M.R. a subliniat că în actuala etapă de desăvîrșire a construirii socialismului în țara noastră este necesară continuarea în ritm susținut a industrializării socialiste a țării, acordîndu-se prioritate industriei grele cu pivotul ei industria constructoare de mașini.

Industriei constructoare de mașini îi revine un rol deosebit de important în asigurarea utilajului necesar tuturor ramurilor economiei naționale. Principala sarcină a industriei constructoare de mașini este ridicarea continuă a nivelului tehnic, îmbunătățirea calității pro-

* Colectiv de la Catedra de economie politică a Institutului politehnic — Timișoara.

duselor, creșterea randamentului și a economicității mașinilor și instalațiilor. Pentru realizarea acestei sarcini o importanță deosebită o are extinderea profilării, specializării și cooperării întreprinderilor noastre socialiste. „În cel mai scurt timp — arată tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej în raportul prezentat la cel de-al III-lea Congres al P.M.R. — va trebui definitivată profilarea întreprinderilor pe baza adîncirii în continuare a specializării și cooperării, condiție esențială pentru îmbunătățirea calității și reducerea prețului de cost al produselor" *.

Creșterea necontenită a forțelor de producție și, în primul rînd, perfecționarea uneltelor de producție atrage după sine o dezvoltare continuă a specializării și cooperării în producția industrială.

Specializarea producției este una dintre formele diviziunii sociale a muncii între diferitele ramuri ale producției industriale și agricole, iar în cadrul ramurilor — formă de diferențiere mai amănunțită a procesului de producție într-o serie de subramuri și operații de sine stătătoare, specializarea unor întreprinderi în fabricarea unor piese determinante.

În industrie există trei forme principale ale specializării producției: specializarea pe produse sau în fabricarea unui produs finit; specializarea pe piese, adică în producerea unor anumite părți sau piese dintr-un produs finit; specializarea tehnologică sau pe faze, care presupune specializarea anumitor operații într-un anumit proces tehnologic.

Adîncirea specializării producției determină și crearea relațiilor de cooperare între întreprinderi.

Specializarea producției, făcînd din diferite întreprinderi unități cu un profil bine determinat, necesită în același timp lărgirea legăturilor dintre întreprinderi. Separarea întreprinderilor prin lărgirea specializării este însoțită de dependența materială pe baza cooperării în cadrul activității generale în producția socială.

Specializarea și cooperarea în producție sînt influențate de relațiile de producție și de legile economice proprii fiecărei orînduiri sociale în parte. Relațiile de producție determină conținutul specializării și cooperării în producție.

În condițiile capitalismului, scopul specializării și cooperării este determinat de legea plusvalorii. Caracterul contradictoriu și anarhic al producției capitaliste se reflectă nemijlocit în procesul de dezvoltare a specializării și cooperării.

În capitalism nu poate fi vorba despre o specializare și cooperare rațională pe scara întregii economii naționale, cu o stabilitate îndelungată.

Relațiile de producție socialistă determină dezvoltarea specializării și cooperării pe baze noi, socialiste, în scopul creșterii într-un ritm nemaiîntîlnit a forțelor de producție, astfel încît nevoile materiale și culturale ale întregii societăți să fie satisfăcute cît mai deplin.

Pe baza proprietății socialiste asupra mijloacelor de producție, societatea are posibilitatea să influențeze diviziunea socială a muncii și să o orienteze în raport cu necesitățile ei. Acțiunea legii dezvoltării planice, proporționale a economiei naționale face ca lărgirea specializării și cooperării să aibă loc în socialism în mod conștient și planificat.

Superioritatea specializării și cooperării producției socialiste față de specializarea și cooperarea producției capitaliste este determinată de existența proprietății socialiste asupra mijloacelor de producție, de acțiunea legilor economice obiective și conducerea centralizată de către statul socialist a economiei pe baza cerințelor acestor legi. În socialism avem de-a face cu un înalt nivel de concentrare a producției, iar masele muncitoare sînt interesate în gradul cel mai înalt în dezvoltarea rapidă și perfecționarea continuă a producției socialiste.

Specializarea și cooperarea în producția socialistă au efecte economice deosebit de importante. Întrucît fiecare întreprindere produce o parte bine stabilită a produselor finite, producția acesteia poate căpăta caracter de masă, ceea ce permite folosirea mai completă a mașinilor și introducerea celor mai corespunzătoare metode de muncă. Aceste avantaje își găsesc expresia în reducerea timpului necesar pentru producerea unui produs, îmbunătățirea calității producției, sporirea productivității muncii și reducerea prețului de cost al produselor; cu alte cuvinte în creșterea eficacității economice a producției.

O influență hotărîtoare asupra procesului de dezvoltare a specializării în industrie o exercită specializarea construcției de mașini. Industria constructoare de mașini are un rol conducător în asigurarea reproducției socialiste lărgite.

În industria constructoare de mașini, o importanță desoebită o are industria electrotehnică și, în cadrul acesteia, industria producătoare de motoare electrice.

Intreprinderea „Electromotor" din Timișoara, una dintre marile fabrici constructoare de mașini, se numără printre măreţele înfăptuiri ale regimului de democrație populară. Ea a luat ființă prin actul naționalizării principalelor mijloace de producție din 11 iunie 1948, fiind rezultatul comasării fabricilor particulare „Industria fierului" și „Britania".

„Industria fierului" avea ca producție de bază utilaje de morărit (valțuri cu anexe,)

* Congresul al III-lea al P.M.R., București, Editura politică, 1960, p. 41.

realizînd anual circa 50 de garnituri. Firma „Britania" producea, după comenzi, motoare electrice de diferite tipuri de putere mică și mijlocie, ca unicate sau serii foarte mici de maximum 10 bucăți. În afară de acestea se ocupa și cu reparații de motoare electrice. Cele două fabrici au fuzionat pe la începutul anului 1948, trecînd numai la fabricarea motoarelor electrice, din lipsa comenzilor pentru utilaj de morărit. Utilajele rămase de la vechii patroni erau puține la număr și foarte uzate. Din cele 31 de strunguri, numai 19 erau în funcțiune. În momentul naționalizării, fabrica avea doar 153 de angajați.

După naționalizare, în anii 1949 și 1950, întreprinderea „Electromotor" a fost înzestrată cu o serie de utilaje noi, perfecționate, cu instalații și o hală nouă de producție, fiind profilată pentru fabricarea motoarelor electrice de putere mijlocie în serie, precum și pentru aparatajul necesar pornirii motoarelor electrice.

Acest profil, cu mici variații, s-a menținut pînă în anul 1953 inclusiv, iar din anul 1954, ca urmare a sarcinilor trasate prin Hotărîrea Plenarei C.C. al P.M.R. din 19—20 august 1953, a fost extins pentru fabricația a o serie de produse electrocasnice, atît calorice cît și motorice. În prezent activitatea întreprinderii constă în fabricarea motoarelor electrice pentru export, punerea în fabricație a echipamentului de autocamioane și tractoare și găsirea soluțiilor constructive pentru o nouă serie de motoare.

Pentru realizarea sarcinilor de producție ce i-au revenit, întreprinderea a cunoscut o dezvoltare tehnică continuă. Numai în perioada 1956—1960 au fost executate în fabrică sau procurate din țară și din import peste 90 de mașini-unelte sau instalații. Au fost executate în fabrică mașini de echilibrat electronice, prese hidraulice de 6 și 80 t, benzi transportoare, cuptoare de topit aluminiu, mașini de bobinat rotoare, mașini de confecționat bobine.

Ca urmare a creșterii continue a gradului de înzestrare tehnică, întreprinderea și-a îndeplinit și depășit anual sarcinile sale de producție, înregistrîndu-se creșterea continuă a producției-marfă. Dacă se consideră valoarea producției-marfă în anul 1956 de 100, acest indice a evoluat conform datelor din tabela 1.

Tabela 1

Dinamica producției-marfă pe total, %

1956	1957	1958	1959	1960	1961
100	151	199	236	310	460

Din tabelă reiese că, într-o perioadă relativ scurtă (cinci ani), producția întreprinderii a cunoscut o creștere de 4,6 ori, înregistrînd an de an un ritm de creștere foarte înalt.

Ținînd seamă de posibilitățile întreprinderii, de importanța produselor pe care le creează pentru dezvoltarea economiei naționale, precum și pentru export, producția-marfă va cunoaște și mai departe o creștere continuă. Astfel, față de anul 1956, se prevede în plan ca în anul 1962 producția-marfă să fie de 6,93 ori mai mare, în 1965 de 9,33 ori, iar în 1975 de 19,43 ori mai mare.

Urmărind creșterea producției pe diferite grupe de produse, se constată că producția de motoare electrice, micromotoare și bunuri de larg consum motorice a cunoscut o creștere continuă și într-un ritm mai accentuat comparativ cu celelalte grupe de produse — lucru care demonstrează că activitatea întreprinderii a fost orientată din ce în ce mai mult spre stabilirea profilului său de bază.

Orientarea activității întreprinderii în direcția specializării producției sale, spre producerea acestor produse, rezultă atît din analiza structurii producției-marfă, cît și din dinamica acesteia pe grupe de produse (tabela 2).

Indicatorul cel mai sintetic pentru exprimarea specializării îl constituie ponderea diferitelor grupe de produse în volumul total al producției-marfă.

Din datele prezentate reiese că la întreprinderea „Electromotor" din Timișoara, în perioada 1956—1961, producția de motoare electrice cu o putere între 0,6—30 kW ocupă ponderea principală. Din anul 1956 pînă în anul 1958 ponderea producției de motoare electrice în valoarea totală a producției-marfă cunoaște o creștere continuă, pentru ca în perioada anilor 1959—1961 să înregistreze o ușoară scădere. Această reducere a ponderii producției de motoare electrice este urmarea introducerii în fabricație într-o proporție mare a echipamentului electric pentru autovehicule și tractoare. Din punct de vedere absolut, producția de motoare electrice cunoaște însă și în această perioadă, ca și în perioada anterioară, creșteri simțitoare, înregistrînd pînă în anul 1960 inclusiv un ritm de creștere mai mare comparativ cu producția marfă în ansamblu. Datorită faptului că începînd din anul 1959 s-a introdus în fabricație producția de echipament electric pentru tractoare și auto, iar în trimestrul IV al anului 1960, producerea de micromotoare, producția de motoare electrice cunoaște un ritm de dezvoltare ceva mai mic în comparație cu ritmul de dezvoltare a întregii producții marfă. Comparativ cu anul 1956, producția de motoare electrice a crescut în 1957 la 165%, în 1958 la 250%, în 1959 la 254%, în 1960 la 320%, ajungînd în anul 1961 la 450%. Pentru perioada următoare, față de realizările anului 1956, a fost planificată o producție de motoare electrice de 5,3 ori mai mare în 1962, de 6,4 ori în 1965 și de 17 ori în 1975, ponderea relativ mai scăzută a acestei

Tabela 2

Ponderea și dinamica producției — marfă pe total și pe grupe de produse, %

	Pondere							Dinamică								
	Realizat					Plan		Realizat						Plan		
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1965	1975	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1965	1975
Total producție marfă	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	151	199	236	310	460	693	933	1 943
din care :																		
Motoare electrice peste 0,6 kW	54,9	60,0	69,1	59,0	56,7	53,6	41,9	38,0	48,0	100	165	250	254	320	450	529	643	1 701
Micromotoare	—	—	—	—	—	1,9	19,2	37,5	30,0	—	—	—	—	—	100	1 560	4 113	6 855
Utilaj minier	4,9	2,4	1,2	2,2	2,2	1,2	1,1	1,2	1,4	100	74	48	108	139	115	159	239	551
Echipament electric autovehicule — tractoare	—	—	—	17,9	19,4	30,1	29,5	—	—	—	—	—	100	143	328	484	—	—
Bunuri de larg consum și piese de schimb	16,1	22,1	17,3	10,4	14,0	7,6	6,4	13,3	8,6	100	206	212	152	268	217	273	770	1 035
Diverse*	24,1	15,5	12,4	10,5	7,7	5,6	1,9	10,0	12,0	100	97	102	103	99	107	56	388	969

* Grupa „diverse" cuprinde aparataj de pornire, troliu, armături pentru lămpi de stradă, ventilatoare de perete, subansambluri pentru mecanism electric de macaz, produse din deșeuri, subansambluri pentru feriștrău electric, palane de 1,5 și 3 t etc.

grupe de produse datorindu-se creșterii substanțiale a producției de micromotoare.

În ceea ce privește producția de bunuri de larg consum electrice (fier de călcat, ventilator de masă, aspirator de praf etc. se observă că față de anul 1956 a crescut în 1961 la 217%, însă din punctul de vedere al ponderii a scăzut simțitor. Analizînd situația existentă de la an la an se constată că producția a crescut comparativ cu anul 1956, dar într-un ritm neuniform. Astfel, dacă în anul 1957 producția de bunuri de larg consum electrice reprezenta 206% față de anul 1956, în 1958 crește numai la 212%, pentru ca în anul 1959 să reprezinte 152%, în 1960 ajungîndu-se la un nivel de 268%, iar în anul următor să scadă din nou la 217%. Ponderea acestei grupe de produse în totalul producției-marfă cunoaște, de asemenea, fluctuații, uneori sensibile.

Cauza principală a acestor neuniformități în dezvoltarea producției bunurilor de larg consum electrice o constituie faptul că în această perioadă o serie de sortimente, ca reșouri și diferite aparate electrice de uz casnic, au fost scoase din fabricație și trecute în nomenclatorul de fabricație al altor întreprinderi specializate în această direcție. În același timp au fost asimilate noi produse (aspiratoare de praf, ventilatoare de masă etc.).

În viitor și producția de bunuri de larg consum va cunoaște o creștere continuă ajungînd la 273% în anul 1962, la 770% în 1965 și 1035% în anul 1975, față de nivelul anului 1956. Privind producția de bunuri de larg consum cu cele două grupe principale din cadrul acestei producții și anume : calorice (fier de călcat, reșouri și aparate electrice de uz casnic) și motorice (aspiratoare de praf, ventilatoare de masă) se constată că a cunoscut creșteri mai mari producția de bunuri de larg consum calorice. Începînd însă din anul 1962, conform planului, producția de bunuri de larg consum motorice va înregistra creșteri foarte mari de la an la an, ajungînd la 426% în 1962, 2 257% în 1965 și 3 032% în anul 1975, față de nivelul anului 1956, în timp ce producția de bunuri de larg consum calorice va scădea în 1962 la 72% față de aceeași perioadă, nemaifiind cuprinsă în plan în perioada următoare. Aceasta rezultă din tabela 3.

Producția de utilaj minier în perioada 1956—1961 a avut în fiecare an o pondere mică și nu cunoaște creșteri însemnate, reprezentînd

Tabela 3

Dinamica producției de bunuri de larg consum, %

	Realizat						Plan		
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1965	1975
calorice	100	277	320	225	307	290	72	—	—
motorice	100	52	32	29	174	99	426	2 257	3 032

în 1961 o creștere cu abia 15% față de anul 1956, în unele perioade înregistrînd chiar scăderi simțitoare. În perioada de perspectivă creșterile producției de utilaj minier sînt permanente, dar într-un ritm mult mai încet decît ritmul de creștere al producției în ansamblu.

Începînd din anul 1959 întreprinderea a introdus în fabricație echipament electric pentru tractoare și auto, care ocupă o pondere mare și cunoaște creșteri pînă în anul 1962, în perioada următoare nemaifiind prevăzut în plan.

Din cele arătate se constată că întreprinderea „Electromotor" din Timișoara se profilează în direcția producerii de motoare electrice și alte produse motorice, așa cum rezultă din tabela 4.

masă, fier de călcat, ventilatoare de zid și altele au avut o stabilitate în fabricație de peste cinci ani.

Profilul întreprinderii a prezentat în perioada 1957—1961 o tendință spre definitivare în producția de motoare electrice asincrone trifazate de 4,5—28 kW și în producția paralelă de micromotoare monofazate sub 0,6 kW. Au fost scoase din profilul întreprinderii și trecute în nomenclatorul de producție al altor întreprinderi următoarele produse: troliul pentru ascensoare, comutatorul stea-triunghi în ulei și aer, corpurile de iluminat N200 și NG300, cratița de copt electrică, radiatoarele electrice RP și RD, pernele electrice, plita electrică de 600 W, ceainicul electric și ventilatorul de pla-

Tabela 4

Producția de motoare electrice, micromotoare și bunuri de larg consum motorice comparativ cu totalul producției-marfă, %

	Realizat						Plan		
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1965	1975
Dinamica total producție-marfă	100	151	199	236	310	460	693	933	1 943
Dinamica producției de motoare electrice, micromotoare și BLC motorice	100	154	230	233	307	432	740	1 372	2 788
Ponderea producției de motoare electrice, micromotoare și BLC motorice în total producție-marfă	60,4	61,9	70,0	59,6	59,8	56,6	64,5	88,8	86,6

În totalul producției-marfă a întreprinderii, ponderea producției de motoare electrice, micromotoare și bunuri de larg consum motorice a reprezentat în toată perioada 1956—1961 mai mult de 50%, iar în perspectivă, ca urmare a îmbunătățirii profilării și adîncirii specializării întreprinderii, această pondere va reprezenta în 1962—1964 5%, în 1965, 88,8% și în 1975, 86,6% din totalul producției-marfă.

Profilarea întreprinderii constituie factorul principal care asigură o specializare rațională a producției. Ea se realizează pe baza stabilirii judicioase a nomenclaturii producției. Ca urmare a măsurilor luate potrivit indicațiilor partidului și guvernului, în întreaga industrie constructoare de mașini din țara noastră are loc un proces de restrîngere a nomenclaturii producției fiecărei întreprinderi și de stabilizare a acesteia. La întreprinderea „Electromotor" din Timișoara s-a produs, de asemenea, acest proces. Astfel, dacă în anul 1957 nomenclatorul de produse cuprindea 17 grupe de produse și sortimente, în anul 1961 numărul acestora s-a redus la 12.

Profilarea întreprinderii înseamnă nu numai fixarea sortimentelor care se produc, ci și asigurarea stabilității nomenclaturii de fabricație pe o perioadă cît mai îndelungată. În această direcție, la întreprinderea „Electromotor" o serie de produse ca: motoare electrice de 0,6—30 kW, ventilatoare de mină, ventilatoare de fon. Au fost asimilate următoarele produse noi: aspiratorul de praf, subansamblurile pentru electromecanismul de macaz, dinamurile pentru auto și tractor, releele auto și tractor și micromotorul cu colector pentru mașina de spălat rufe.

În prezent, profilul întreprinderii nu are încă forma cea mai rațională sub aspectul eficienței economice. Pe lîngă cele două grupe mari de produse conturate în profilul întreprinderii (motoare asincrone trifazate de 4,5—28 kW și micromotoare monofazate sub 0,6 kW) se fabrică și în anul 1962 mai multe produse care nu se încadrează în profilul întreprinderii, cum sînt: subansambluri pentru electromecanismul de macaz, fierul de călcat, uscătorul de păr, dinamuri și relee pentru autovehicule și tractoare etc. Planul de perspectivă al întreprinderii prevede producerea de motoare electrice, micromotoare, ventilatoare de mină, aspiratoare de praf și ventilatoare de masă.

O imagine mai completă asupra profilării întreprinderii în anii viitori se poate forma din analiza datelor cuprinse în tabela 5.

Se observă că în perioada care urmează se va continua restrîngerea nomenclatorului de produse, ajungîndu-se de la 12 grupe de produse și sortimente în anul 1961, la 8 grupe în anul 1962, la 6 grupe în 1965 și la 5 grupe 1975.

Asigurarea stabilității nomenclaturii de fabricație pe o perioadă cît mai îndelungată

Tabela 5

Profilul întreprinderii conform planului de perspectivă, bucăți (În anul 1961 s-a realizat 100%)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Plan 1962	Plan 1965	Plan 1975
1	Motoare electrice	115	153	418
2	Micromotoare*	1 951	5 318	8 867
3	Dinamuri pentru auto și tractoare	158	—	—
4	Releu pentru auto și tractoare	146	—	—
5	Ventilator de mină	130	216	433
6	Motoare electrice pentru monorai	84	211	—
7	Aspirator de praf**	—	500	667
8	Ventilator de masă	91	341	455
9	Fier de călcat	15	—	—

* În anul 1961, producția a fost foarte mică, găsindu-se într-un stadiu incipient.
** În anul 1962 s-a realizat 100%.

creează condiții pentru ridicarea nivelului tehnic și al calității produselor, pentru organizarea procesului de producție, pentru înzestrarea tehnică și echiparea producției cu S.D.V., introducerea celei mai corespunzătoare tehnologii de fabricație și perfecționarea ei continuă, pentru ridicarea nivelului de calificare a muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor. Toate acestea se reflectă în ridicarea indicilor tehnico-economici ai întreprinderii.

La întreprinderea „Electromotor" din Timișoara gradul de înzestrare tehnică a producției a crescut continuu. Astfel, numărul de mașini-unelte instalate în secția de prelucrări mecanice a crescut față de anul 1957 la 112% în anul 1959, la 123% în anul 1960, pentru ca la sfîrșitul anului 1961 să reprezinte 162%.

În scopul analizării înzestrării întreprinderii cu utilaj adecvat profilului de bază, este necesară gruparea utilajelor pentru prelucrarea metalelor în utilaj specializat și universal. În categoria utilaj specializat s-au inclus acele utilaje care în cadrul întreprinderii servesc numai la producerea de motoare electrice și micromotoare ca: prese automate de ștanțat tole, prese pentru împachetat tole, strunguri de copiat axe, mașini de găurit tălpi pentru carcase cu patru fuse; mașini de bobinat rotoare și statoare etc. Proporția dintre cele două grupe, după numărul utilajelor, este prezentată în tabela 6.

Tabela 6

Gruparea utilajului pentru prelucrarea metalelor, %

Grupa de utilaj	1957	1958	1959	1960	1961
Specializat	16	15	20	23	29
Universal	84	85	80	77	71

Din datele prezentate reiese că, începînd din anul 1959, ponderea utilajului specializat a cunoscut creșteri simțitoare, în anul 1961 fiind de aproape două ori mai mare ca în anul 1958.

Specializarea producției creează deci posibilități pentru extinderea utilajului specializat și trecerea la folosirea utilajelor automate și semiautomate. Din totalul mașinilor-unelte instalate, existente la sfîrșitul anului la secția de prelucrări mecanice, greutatea specifică a numărului mașinilor-unelte automate și semiautomate a evoluat în felul următor:

Tabela 7

Ponderea utilajului automat și semiautomat în totalul utilajului, %

1957	1959	1960	1961
4,9	4,4	7,1	11,4

Este demn de subliniat faptul că ritmul de creștere a înzestrării întreprinderii cu utilaj automat și semiautomat a fost mult mai mare față de totalul mașinilor instalate în secția de prelucrări mecanice. Astfel pe cînd numărul de mașini instalate a reprezentat 162% în anul 1961 față de 1957, numărul de mașini automate și semiautomate a înregistrat 380% în aceeași perioadă.

Folosirea mașinilor-unelte specializate permite introducerea producției de serie mare, care necesită și organizarea procesului tehnologic în flux continuu. La întreprinderea „Electromotor" din Timișoara există o organizare mixtă, pe grupe de mașini-unelte de același gen și în flux, cu pondere mai mare pe grupe de mașini-unelte. Începînd cu acest an se impune necesitatea unei organizări mai raționale a procesului de producție, în condițiile producției de serie mare a motoarelor electrice și a micromotoarelor. Pentru producția de micromotoare s-a construit o hală industrială nouă care a permis o reamplasare a mașinilor-unelte și care a dus la o specializare mai accentuată a acesteia.

În secția de micromotoare s-au introdus o serie de mașini specializate care efectuează o singură operație, cum sînt: două strunguri de copiat axe cu o productivitate de circa trei ori mai mare decît strungurile paralele și care în plus dau produse de calitate superioară; două prese hidraulice moderne pentru presarea pachetelor de rotor și stator special construite în fabrică pentru această operație; strunguri automate la care se execută în serie mare miezuri de relee, nituri găurite, șuruburi, piulițe etc.

O necesitate imperioasă o constituie punerea în funcțiune a benzii rulante la producția de micromotoare.

Dezvoltarea activității productive a întreprinderii, creșterea nivelului tehnic al mijloacelor de muncă se împletește cu creșterea

continuă a numărului de muncitori, cu creșterea gradului de îndemînare și cu nivelul cultural tehnic al acestora.

La întreprinderea analizată, numărul mediu scriptic al muncitorilor din activitatea de bază a cunoscut creșteri de la an la an și în același timp într-un ritm mai mare comparativ cu totalul personalului, ceea ce demonstrează o orientare bună a întreprinderii spre mărirea îndeosebi a numărului personalului productiv, așa cum rezultă din tabela 8.

drare de la 3,6 cît reprezenta în decembrie 1949, la 4,76 în decembrie 1959 și la 4,86 în luna decembrie 1961.

În condițiile dezvoltării înzestrării tehnice a întreprinderii și a profilării și specializării producției, necesitatea de cadre tehnice cu înaltă calificare a determinat creșterea permanentă a numărului de ingineri. Astfel, dacă în anul 1950 revenea la 100 muncitori de bază numai 4,28 ingineri, în anul 1955 numărul lor a crescut la 5,11, iar în 1960, la 7,27.

Tabela 8

Ponderea și dinamica personalului pe total și pe categorii de personal, %

Categorii de personal	Pondere						Dinamică					
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Total personal	100	100	100	100	100	100	100	112,8	115,3	120,4	142,0	174,9
din care :												
— muncitori	74,3	76,8	77,7	78,5	81	81,3	100	116,7	120,6	127,3	154,8	191,4
— personal tehnico-administrativ	25,7	23,2	22,3	21,5	19	18,7	100	101,4	100	100,5	104,9	127,1
din care :												
— ingineri și tehnicieni	17,1	15,4	14,8	13,7	12	12,1	100	101,4	100	96,3	99,3	123,7
— restul personal*	8,6	7,8	7,5	7,8	7,0	6,6	100	101,4	100	109	116,2	133,5

* Cuprinde: funcționari personal de serviciu, pază și pompieri.

În cadrul personalului tehnico-administrativ, în urma unei încadrări mai judicioase a salariaților în diferite categorii de personal (ingineri, tehnicieni și funcționari) în anul 1959 numărul inginerilor și tehnicienilor cunoaște o reducere, o parte din această categorie fiind trecuți în categoria funcționarilor. În perioada următoare, numărul inginerilor și tehnicienilor cunoaște însă creșteri.

Este important de urmărit și structura muncitorilor după calificarea lor (tabela 9).

Tabela 9

Ponderea muncitorilor calificați și necalificați, %

	1950	1955	1957	1959	1960	1961
Total :	100	100	100	100	100	100
Calificați	74	76	79,4	82,0	82,5	82,5
Necalificați	26	24	20,6	18,0	17,5	17,5

Rezultă deci că o dată cu creșterea numărului total al muncitorilor crește și ponderea muncitorilor calificați, care este mult superioară decît a celor necalificați și în același timp a cunoscut o creștere continuă de la an la an.

Creșterea mai rapidă a muncitorilor calificați rezultă și din dinamica numărului de muncitori calificați și necalificați (tabela 10).

Ca urmare a creșterii gradului de calificare a muncitorilor din activitatea de bază se constată și o creștere a categoriei medii de înca-

Tabela 10

Dinamica muncitorilor calificați și necalificați față de total muncitori, %

	1950	1955	1957	1959	1960	1961
Total :	100	156	173	204	248	307
Calificați	100	160	185	227	277	342
Necalificați	100	141	137	140	167	207

Datorită ridicării permanente a calificării muncitorilor, a nivelului lor tehnic-cultural, datorită atitudinii socialiste față de muncă, o amploare tot mai mare a cunoscut mișcarea de invenții, inovații și raționalizări. În perioada 1956—1960 în întreprinderea „Electromotor" din Timișoara au fost aplicate 684 invenții și inovații, aducînd economii postcalculate de peste 6 milioane lei. Dintre cele mai importante pot fi menționate : invenția mașinii de echilibrat cu cadru electric; invenția aparatului electronic portativ de echilibrat rotoare mari; invenția mașinii electronice de echilibrat rotoare mici; s-a realizat micșorarea dimensiunilor de gabarit la motoare, prin care s-au făcut mari economii de materiale fără a reduce puterea motoarelor; înlocuirea rulmenților în lagărul opus antrenării cu rulmenți mai mici și altele.

Specializarea producției constituie una dintre căile cele mai importante de organizare rațională și de sporire continuă a eficacității

economice a producției în industria constructoare de mașini.

La întreprinderea „Electromotor" din Timișoara, ca urmare a orientării tot mai mult a activității întreprinderii spre o specializare rațională a producției în perioada analizată, se constată o serie de efecte economice pozitive concretizate în: îmbunătățirea indicelui de folosire a utilajului, reducerea timpului de fabricație a unui produs, îmbunătățirea calității producției, sporirea productivității muncii și scăderea prețului de cost al produselor.

Faptul că utilajul întreprinderii a fost folosit cu mai multă eficiență în perioada 1957—1961 rezultă din urmărirea randamentului mașinilor, exprimat în valoarea producției-marfă pe oră/mașină efectiv lucrată. Față de anul 1957, considerat ca an de bază, acest indice a crescut la 118% în anul 1959, la 143% în 1960, și la 156% în anul 1961. O dată cu folosirea mai rațională a utilajului s-a îmbunătățit și folosirea suprafețelor de producție. Astfel, valoarea producției-marfă (exclusiv piese și subansambluri primite din afara întreprinderii) pe m² de suprafață productivă a crescut la 156% în anul 1959, la 204% în 1960 și la 224% în anul 1961 comparativ cu anul 1957.

De asemenea, s-a îmbunătățit an de an și indicele de utilizare a utilajelor. În secțiile de bază, indicele de utilizare a utilajului exprimat în procente din timpul calendaristic (fond de timp efectiv raportat la fondul de timp calendaristic), dacă în anul 1956 a fost de numai 31,4%, în anul 1957 a reprezentat 31,6%, în anul 1958 — 42%, în 1959 — 45%, pentru ca în anul 1960 să fie 58,8%, fiind de aproape două ori mai mare față de anul 1956. Cu toată această creștere simțitoare a indicelui de utilizare a utilajului, din datele prezentate mai reiese că în întreprinderea „Electromotor" din Timișoara există încă importante rezerve de folosire a utilajului atît pe cale extensivă cît și intensivă. Se impune pentru întreprindere în acest scop o analiză profundă a îmbunătățirii folosirii fiecărui utilaj în parte.

Productivitatea muncii calculată pe cap de muncitor, precum și pe salariat înregistrează dinamica din tabela 11.

Tabela 11

Dinamica productivității muncii, %

	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Pe muncitor	100	132	151	168	186	212
Pe salariat	100	138	162	179	209	243

La aceste creșteri ale productivității muncii a contribuit în mare măsură profilarea întreprinderii și orientarea producției tot mai mult spre specializare.

De remarcat că productivitatea muncii a înregistrat creșteri mai mari în producția de motoare electrice, iar la producția de bunuri de larg consum, mai ales în producerea bunurilor de larg consum motorice. De aici se poate trage concluzia că orientarea profilării întreprinderii în direcția reducerii numărului de produse cuprinse în nomenclatorul de fabricație și creșterea stabilității fabricației acestor produse au dus la creșterea eficacității muncii. La această concluzie s-a ajuns prin calcularea economiei de muncă vie pe unitatea de produs în anul 1961 față de anul 1957 și care se prezintă ca în tabela 12.

Tabela 12

Reducerea timpului de muncă pe produse

Denumirea produsului	Manopera, h		Manopera în 1961/1957, % col. 2 :1	Economii de muncă vie, %
	1957	1961		
0	1	2	3	4
Motoare				
MIS—6115—6	40,5	25,0	61,7	38,3
TIS—6185—4	46,3	28,0	60,5	39,5
TIR—6185—4	77,6	50,5	65,0	35,0
MIS—7155—6	56,9	36,6	64,3	35,7
TIS—7215—4	61,4	42,5	69,2	30,8
TIR—7215—4	98,2	69,2	70,4	29,6
Media pe grupă	—	—	66,1	33,9
Produse electrocasnice și micromotoare				
Fier de călcat (FC_1)	2,1	1,8	86,2	13,8
Micromotor pentru mașini de spălat rufe (MS_1)	12,4*	10,0	80,3	19,7
Ventilator de masă	14,8	12,3	83,2	16,8
Media pe grupă	—	—	82,2	18,8

* în anul 1960

Astfel, la grupa de motoare electrice luate în calcul se constată o economie de muncă vie (33,9%) aproape de două ori mai mare comparativ cu grupa produselor electrocasnice și micromotoare (18,8%). În același timp în cadrul produselor electrocasnice și micromotoarelor, cea mai mare economie de timp s-a obținut la producerea micromotoarelor (MS_1) care numai într-un singur an a fost de 19,7%.

Creșterea continuă a productivității muncii se reflectă și în reducerea prețului de cost al producției — indicele sintetic care caracterizează activitatea întreprinderii. Din analiza îndeplinirii sarcinii de reducere prevăzută în planul prețului de cost se constată că, cu excepția anului 1959, întreprinderea „Electromotor" din Timișoara a obținut reducerea prețului de cost într-un procent mai mare comparativ cu cel prevăzut în plan (tabela 13).

Preocuparea colectivului întreprinderii pentru reducerea prețului de cost al producției și sporirea necontenită a beneficiului obținut

Tabela 13

Reducerea prețului de cost, %

	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Plan	— 8,3	— 9,2	—4,26	—1,62	—5,54	—7,40
Realizat	—10,2	—10,1	—4,71	—0,18	—8,45	—8,57
Diferență realizată față de plan	+ 1,9	+ 0,9	+0,45	—1,44	+2,91	+1,17

iese în evidență prin faptul că a scăzut an de an ponderea prețului de cost al producției comprabile în producția-marfă de la 87% în anul 1957 la 78,8% în 1958, 78,6% în 1959, 74% în 1960 și 63,9% în anul 1961. În consecință s-a mărit beneficiul întreprinderii de la 13% din valoarea producției-marfă în anul 1957 la 36,1% în 1961.

În concluzie, rezultă că în perioada analizată (1956—1961) activitatea economică a întreprinderii „Electromotor" din Timișoara a cunoscut o îmbunătățire continuă. Orientîndu-se tot mai mult spre asigurarea unui profil rațional, reducîndu-se numărul de grupe și sortimente cuprinse în nomenclatorul de fabricație, prin specializarea în producerea anumitor produse, a fost necesară și posibilă înzestrarea tehnică a producției adecvată profilului întreprinderii și o mai bună folosire a mijloacelor de muncă și a forței de muncă. Aceste rezultate au influențat sporirea productivității muncii, scăderea prețului de cost și creșterea rentabilității întreprinderii.

Considerații tehnico-economice cu privire la consumurile de tablă silicioasă pentru execuția mașinilor electrice

Nicolae Ionescu*

În reducerea prețului de cost al mașinilor electrice un rol important îl are reducerea consumurilor specifice de materiale și în special a tablei silicioase la care consumurile specifice nete față de cele de aprovizionare reprezintă încă în R.P.R. un nivel nesatisfăcător.

CZ 621.318.22.003.1 :621.313.43

Printre materialele care sînt utilizate în construcția mașinilor electrice, o pondere importantă o are tabla silicioasă. Astfel, față de greutățile nete ale mașinilor, greutățile de tablă silicioasă corespunzătoare au următoarele valori în procente [1]:

— electromotoare asincrone normale 36—39%;

— alternatoare 25—28%;

— mașini de curent continuu normale 7—9%.

Dacă se ține seamă și de prețul de cost relativ ridicat al tablei silicioase în comparație cu celelalte materiale feroase, apare evidentă preocuparea permanentă a producătorilor de mașini electrice pentru reducerea cît mai mult posibil a pierderilor tehnologice și de aprovizionare la ștanțarea tolelor miezurilor magnetice, efectul final fiind reducerea consumurilor specifice de tablă silicioasă și deci a prețului de cost.

Ca urmare a progreselor înregistrate în ultimul timp în construcția preselor pentru ștanțarea tolelor [2] [6] și a ștanțelor, problema reducerii deșeurilor își găsește soluții mai avantajoase.

Țara noastră, importînd o cantitate mare de tablă silicioasă, trebuie să gospodărească cît mai bine acest material, una dintre căile principale fiind aceea de a reduce la minimum posibil deșeurile care rezultă de la ștanțarea discurilor pentru tole.

Aspecte teoretice. În acest articol se vor lua în considerare numai tolele de formă circulară ale mașinilor electrice, deoarece ele reprezintă cea mai mare cantitate din consumul total de tablă silicioasă.

Sistemele clasice de ștanțare a tolelor statorrotor se pot grupa în felul următor [5]:

— ștanțarea pe prese automate rapide cu ajutorul ștanțelor în pași succesivi;

— ștanțarea pe prese obișnuite din trei sau patru operații succesive, folosind ștanțe cu acțiune simplă pentru decuparea unuia sau mai multor contururi simultan.

În ambele cazuri, tabla silicioasă se folosește sub formă de benzi sau rulouri, foile de

* *N. Ionescu* este inginer principal tehnolog la Uzina de mașini electrice-București.

tablă fiind tăiate în benzi de lățimi corespunzătoare necesităților.

Dacă adoptăm notațiile din figura 1, unde :

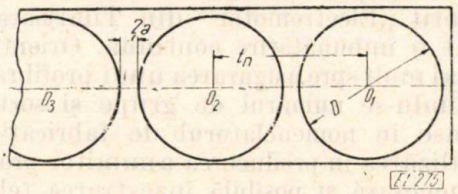


Fig. 1. Ștanțarea din bandă după sistemul clasic.

D este diametrul discului, mm; $2a$ — lățimea puntiței de ștanțare între discuri, mm; $t_n = D + 2a$ pasul de ștanțare, mm, atunci deșeul ce se pierde, datorită colțurilor, are expresia :

$$\delta = (D + 2a)^2 - \frac{\pi D^2}{4} = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) D^2 + 4a\,(D + a) \text{ sau :}$$

$$\delta = t_n^2 - \frac{\pi}{4} D^2 . \qquad (1)$$

Raportul dintre consumul tehnologic $C_t = t_n^2$ și consumul net : $C_n = \frac{\pi}{4} D^2$, are expresia :

$$\frac{C_t}{C_n} = \frac{t_n^2}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{4\,(D + 2a)^2}{\pi D^2} = \frac{4}{\pi}\left(1 + \frac{2a}{D}\right)^2 .$$

Dacă notăm cu $k = \frac{2a}{D}$, atunci :

$$\frac{C_t}{C_n} = \frac{4}{\pi}(1 + k)^2 . \qquad (2)$$

Analizînd expresia (2) se constată că aceasta atinge valoarea minimă :

$$\left(\frac{C_t}{C_n}\right)_{min} \to \frac{4}{\pi}, \qquad (3)$$

cînd $k \to 0$, adică, practic, în cazul discurilor cu diametre mari.

Raportul între consumul tehnologic și consumul net are valori mai mari în cazul discurilor cu diametre mici, deoarece k devine mai mare.

Din cele prezentate se desprinde următoarea concluzie importantă : în cazul ștanțării din bandă a discurilor pentru tole, folosind procedeul clasic de succesiune simplă, limita minimă a raportului între consumul tehnologic și consumul net este $\frac{4}{\pi} \simeq 1{,}27$; limita minimă a pierderilor prin deșeurile de colțuri este de 27% din consumul net.

În tehnologia ștanțării discurilor circulare mai este cunoscut și procedeul de așezare a discurilor întrepătrunse reprezentat în figura 2, unde :

$R = \frac{D}{2}$ este raza discurilor, mm;

t_s — pasul pe direcția perpendiculară pe direcția de avans a benzii în ștanță, mm.

Din triunghiul dreptunghic $O_1 D C_1$ se vede (trunghiul $O_1\ O_2 C_1$ fiind echilateral) că :

$$t_s = t_n \cos 30°.$$

Să presupunem că dintr-o foaie de tablă silicioasă de dimensiuni potrivite așa încît să nu existe deșeuri de capete, se pot aranja m coloane de piese perpendicular pe direcția de ștanțare și n linii de piese pe direcția de ștanțare după procedeul cu întrepătrundere (fig. 3).

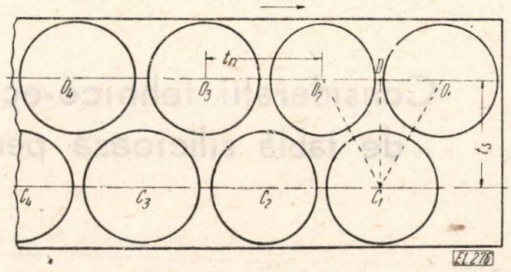


Fig. 2. Ștanțarea după procedeul cu întrepătrundere.

Menționăm că m este un număr par.

Dimensiunile foii de tablă silicioasă în condițiile amintite vor fi : $(m - 1)\ t_s + t_n$ și $n\ t_n$. Suprafața acestei foi va fi $n\ t_n\ [(m - 1)\ t_s + t_n]$. Numărul de piese care se pot scoate din foaia respectivă va fi $m\ n - \frac{m}{2}$. Consumul tehnologic pentru un disc va fi :

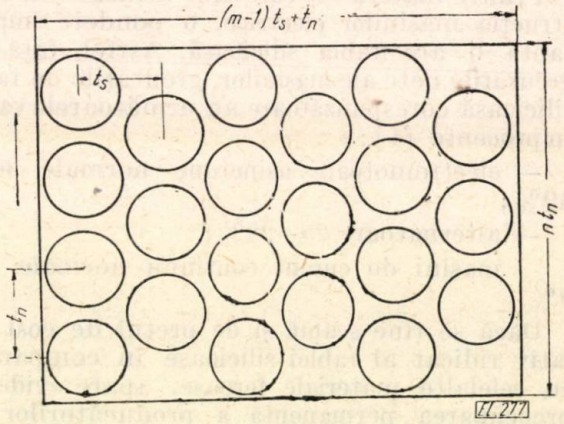


Fig. 3. Ștanțarea din foaie după procedeul cu întrepătrundere.

$$C_t' = \frac{[(m - 1)\ t_s + t_n]\ n\ t_n}{m\ n - \frac{m}{2}}$$

sau, ținînd seamă că $t_s = \frac{\sqrt{3}}{2} t_n$:

$$C_t' = \frac{n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{m(2n-1)} t_n^2. \quad (4)$$

Diferența dintre consumul tehnologic și consumul net, adică deșeurile de colțuri, are expresia:

$$\delta' = C_t' - C_n = \frac{n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{m(2n-1)} t_n^2 - \frac{\pi}{4} D^2, \text{ sau:}$$

$$\delta' = \frac{n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{m(2n-1)} (D + 2a)^2 - \frac{\pi}{4} D^2. \quad (5)$$

Raportul dintre consumul tehnologic (4) și consumul net este:

$$\frac{C_t'}{C_n} = \frac{4n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{\pi m(2n-1)} \left(1 + \frac{2a}{D}\right)^2 \text{ sau:}$$

$$\frac{C_t'}{C_n} = \frac{4n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{\pi m(2n-1)} (1 + k)^2. \quad (6)$$

Se constată că raportul $\frac{C_t'}{C_n}$ atinge o valoare minimă:

$$\left(\frac{C_t'}{C_n}\right)_{min} = \frac{2\sqrt{3}}{\pi}, \quad (7)$$

cînd $k \to 0$, $m \to \infty$ și $n \to \infty$, adică, practic, atunci cînd diametrele discurilor sînt mari și cînd numărul acestora este foarte mare.

Concluzia importantă care se desprinde din relația (7) este următoarea:

În cazul ștanțării discurilor pentru tole după procedeul cu întrepătrundere, limita minimă a raportului dintre consumul tehnologic și consumul net este $\frac{2\sqrt{3}}{\pi} \simeq 1{,}10$; *cu alte cuvinte, limita minimă a pierderilor prin deșeurile de colțuri este de 10% din consumul net.*

Comparînd consumurile tehnologice care se realizează în cele două ipoteze considerate, rezultă: în prima ipoteză, aceea a ștanțării discurilor din bandă după procedeul clasic, consumul tehnologic are valoarea

$$C_t = (D + 2a)^2.$$

În a doua ipoteză, consumul tehnologic C_t' are valoarea dată în expresia (4).

Dacă se pune condiția ca $C_t > C_t'$, rezultă:

$$(D + 2a)^2 > \frac{n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})}{m(2n-1)} (D + 2a)^2$$

sau:

$$(2 - \sqrt{3})mn - (2 - \sqrt{3})n - m > 0$$

și deci: $m > \frac{(2 - \sqrt{3})n}{(2 - \sqrt{3})n - 1}$. (8)

Ținînd seamă de faptul că m și n nu pot avea valori negative, rezultă condiția:

$$(2 - \sqrt{3})n - 1 > 0$$

$$\text{sau: } n > \frac{1}{2 - \sqrt{3}}. \quad (9)$$

În concluzie, dacă numărul de discuri n pe direcția de ștanțare este superior valorii $\frac{1}{2 - \sqrt{3}} \simeq 3{,}70$ (*practic valorii 4*), *atunci procedeul de ștanțare cu întrepătrundere este mai economic pentru următoarele valori ale lui m:*

Tabela 1

n	4	5	6	7	8
$m \geqslant$	14	4	3	3	2

Pentru a ne da seama mai bine de economia realizată la consumurile tehnologice prin ștanțarea după procedeul cu întrepătrundere, vom examina variația raportului $\frac{C_t}{C_t'}$:

$$\frac{C_t}{C_t'} = \frac{m(2n-1)}{n(\sqrt{3}m + 2 - \sqrt{3})} = \frac{(2n-1)m}{\sqrt{3}nm + (2 - \sqrt{3})n}.$$

Valoarea maximă a raportului $\frac{C_t}{C_t'}$ pentru $m \to \infty$ și $n \to \infty$ este:

$$\left(\frac{C_t}{C_t'}\right)_{max} = \frac{2}{\sqrt{3}} \simeq 1{,}15.$$

În figura 4 se dă reprezentarea grafică a valorilor maxime $\frac{C_t}{C_t'}_{max}$ (pentru $m \to \infty$) ale funcției $\frac{C_t}{C_t'} = f(m)$ în dependență de valorile lui n.

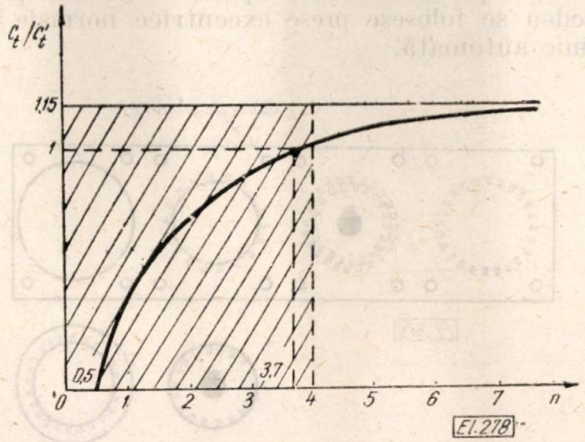


Fig. 4. Variația raportului C_t/C_t' funcție de n.

Curba reprezentativă se constată că devine asimptotică la dreapta $\frac{C_t}{C_t'} = \frac{2}{\sqrt{3}} \simeq 1{,}15$.

Așadar, valoarea maximă a economiei care se poate realiza la consumul tehnologic prin

adoptarea procedeului de ștanțare cu întrepătrundere, față de procedeul clasic, este de 15% din consumul tehnologic prin întrepătrundere.

Economia de tablă silicioasă care rezultă din compararea consumurilor tehnologice C_t și C_t' are expresia :

$$\varepsilon = C_t - C_t' = t_n^2 \frac{(2 - \sqrt{3})\, n\,(m-1) - m}{m\,(2n-1)}. \quad (10)$$

În rezumat, din cele expuse rezultă că pentru cazurile în care numărul de piese care se pot ștanța dintr-o bandă pe direcția de ștanțare depășește valoarea 4, procedeul de ștanțare prin întrepătrundere fiind mai economic (pentru valorile lui m arătate mai sus — tabela 1); reducerea consumurilor tehnologice prin procedeul de ștanțare cu întrepătrundere, față de procedeul clasic, este cu atît mai mare cu cît se pot ștanța mai multe piese din formatul respectiv de tablă silicioasă; valoarea maximă a acestei reduceri este de 15% din consumul tehnologic realizat prin procedeul cu întrepătrundere.

Considerații asupra tehnologiei de ștanțare a discurilor pentru tole. Procedeul cel mai cunoscut în cazul ștanțării tolelor pentru seriile mari de electromotoare [3] este acela al folosirii ștanțelor bloc în patru pași care se montează pe prese automate de tonaj ridicat (fig. 5), tabla silicioasă fiind introdusă în ștanță sub formă de bandă.

Un alt procedeu practicat în producția de serie mare [3] este acela bazat pe diferențierea operațiilor de ștanțare în trei operații așezate în ordinea următoare : 1 — ancoșă stator și gaura de ax; 2 — ancoșă rotor; 3 — decupare exterior stator și rotor, plecînd de la tola tăiată în pătrate. Pentru aplicarea acestui procedeu se folosesc prese excentrice normale în linie automată.

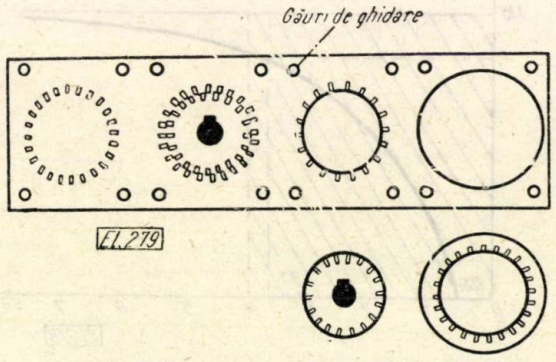


Fig. 5. Schema de ștanțare cu 4 pași.

Cele două procedee amintite se caracterizează prin faptul că discul pentru tola stator cade la *ultima* operație. Se folosește ca semifabricat banda, în primul caz, sau pătratul de tablă silicioasă, în al doilea caz.

Spre deosebire de aceste procedee mai există și acela la care *în prima* operație se ștanțează discurile pentru tolele stator (rotor). Aceste procedee au marele avantaj de a face posibilă ștanțarea discurilor cu întrepătrundere (fig. 2) și deci de a face posibilă economia de metal arătată de expresia (10).

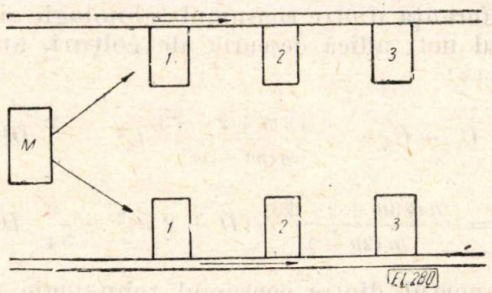


Fig. 6. Linie de transfer pentru ștanțarea tolelor electromotoarelor :

M — presă pentru decuparea discurilor; *1* — presă pentru decupare ancoșă rotor + gaura de ax; *2* — presă pentru decupare ancoșă stator; *3* — presă pentru decupare rotor din stator.

În acest mod se poate admite că semifabricatul este chiar discul pentru tola stator-rotor.

Din această ultimă categorie face parte și procedeul prin care, pe o primă presă cu excentric (cu avans automat al benzii și cu dispozitive de evacuare și grupare a discurilor) se ștanțează din bandă discurile pentru tole stator-rotor cu întrepătrundere; discurile ștanțate sînt transmise în buncărul unei prese revolver cu trei poziții pe care ștanțarea se face în trei pași, prin mișcarea de rotație a discului de la o ștanță la alta în succesiunea : ancoșă rotor și gaură de ax, ancoșă stator, decupare rotor și stator [3].

În sfîrșit, recent s-au dat în exploatare, în străinătate [2], [6], [7], așa-numitele *linii de transfer* pentru ștanțarea tolelor electromotoarelor. O asemenea linie de transfer (fig. 6) este constituită, în principiu, din două linii paralele, fiecare din cele două linii fiind formată din cîte trei prese cu masa înclinabilă la 40° și cu dispozitive de alimentare și evacuare automată.

Între cele două linii de prese, în cap se găsește presa-mamă care este o presă automată care decupează din bandă sau din foi de 1 m lățime discurile pentru tole, după procedeul prin întrepătrundere. Prin sisteme de benzi rulante, discurile sînt transportate automat la presele din cele două linii paralele în care ștanțarea tolelor se desfășoară în următoarea succesiune :

1 — decupare ancoșa rotor și gaura pentru ax; 2 — decupare ancoșă stator; 3 — decupare rotor din stator.

Trebuie remarcat faptul că prin folosirea procedeelor de ștanțare a tolelor din discuri ștanțate în prealabil, pe lîngă econoniile de

metal se ajunge și la avantajul utilizării unor prese de un tonaj mai redus și al unor ștanțe mai simplu de executat și de întreținut în exploatare.

Productivitatea realizată cu o asemenea linie de transfer este de 9 000—10 000 piese/h pentru discuri cu diametre de 160—190 mm [6].

Efectele economice. Ținînd seamă de reducerile de metal care se realizează prin adoptarea procedeului de ștanțare cu întrepătrundere $n \geqslant 4$ (a se vedea relația (9)) și ținînd seamă de tabela 1 să rezulte lățimi de benzi $B = (m-1)\ t_s + t_n$ mai mici decît 1 000 mm.

Luînd în considerare o producție anuală de electromotoare din seria unitară după, [4] adică :

- gabarit 1, 2—13 000 bucăți/an ;
- gabarit 3...5—83 000 bucăți/an ;
- gabarit 6, 7—16 000 bucăți/an ;
- gabarit 8, 9— 2 000 bucăți/an ;

Total 114 000 bucăți/an

Tabela 2

Gabarit		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diametru exterior tolă stator, mm		138	150	170	200	245	268	305	395	458
t_s, mm		123	134	152	177	216	236	268	346	400
t_n, mm		142	155	175	205	250	273	310	400	463
m		6	6	6	4	4	4	2	2	2
n		14	12	11	9	8	7	8	8	8
Lățime bandă, mm	A	760	825	935	800	900	980	580	760	865
	B	757	825	935	796	898	981	578	746	863
Modul optim al lungimii de bandă, mm	A	2 000	1 870	1 925	1 870	2 000	1 925	2 500	3 200	3 725
	B	1 988	1 865	1 925	1 875	2 000	1 911	2 480	3 200	3 725
Forță de ștanțare pentru m discuri, t		91	99	113	88	108	118	67	87	101

A — dimensiuni adoptate; *B* — dimensiuni calculate

a discurilor, este oportun să se examineze formatele optime pe care trebuie să le aibă benzile de tablă silicioasă.

În tabela 2 se indică, pentru electromotoarele asincrone din seria unitară, lățimea benzii și modulul optim al lungimii benzilor, plecînd de la considerentele teoretice examinate.

În această tabelă s-au considerat numai primele 9 gabarite, gabaritele 10, 11 și 12 nepretîndu-se la aplicarea procedeului de ștanțare cu întrepătrundere, lățimea benzii necesare depășind 1 000 mm; pînă în prezent nu s-au construit prese pentru ștanțare de discuri de tolă silicioasă din benzi cu lățimi mai mari de 1 000 mm (2). De altfel, gabaritele 10—12 reprezintă o pondere mai redusă în ansamblul producției de motoare asincrone al seriei unitare (4). La stabilirea dimensiunilor benzilor s-au avut în vedere două considerente :

— lățimea benzii B să satisfacă relația $B = (m-1)\ t_s + t_n$, așa încît să rezulte cea mai apropiată lățime față de 1 000 mm, pentru care s-au construit prese de ștanțare [2];

— modulul optim al lungimii benzii să fie un multiplu n — al pasului t_n, așa încît dacă

Considerăm că este util a determina ordinul de mărime al economiilor de tablă silicioasă, care s-ar face prin adoptarea procedeului de ștanțare a discurilor cu întrepătrundere.

Pentru aceasta, luăm pentru fiecare din cele patru grupe indicate, următorul număr mediu de tole pe motor :

- gabarit 1, 2 — 200 tole/motor ;
- gabarit 3...5 — 300 tole/motor ;
- gabarit 6, 7 — 400 tole/motor ;
- gabarit 8, 9 — 500 tole/motor.

Aplicînd formula (10) și ținînd seamă de tabela 2 se găsesc următoarele economii medii la consumul tehnologic pe tolă la fiecare din cele patru grupe : 0,178 dm², 0,204 dm², 0,238 dm², 0,114 dm². Dacă se ia în considerare numărul mediu de tole pe motor și producția anuală, se ajunge la următoarele greutăți de tablă silicioasă economisite anual :

- gabarit 1, 2 — 18,3 t ;
- gabarit 3...5 — 199,0 t ;
- gabarit 6, 7 — 59,6 t ;
- gabarit 8, 9 — 4,5 t ;

Total... 281,4 t

Față de prețul de 5,4 lei/kg al tablei silicioase rezultă că se economisesc anual 1 520 000 lei.

Menționăm că în calculele de mai sus s-a considerat că în prezent tolele se debitează fără deșeuri de capete, adică numai din foi de tablă de dimensiuni multiple față de pasul t_n. În realitate, lucrurile nu stau astfel, datorită greutăților de aprovizionare. Economia de tablă silicioasă calculată mai sus, față de această situație, se majorează sensibil.

Concluzii. Din cele expuse în acest articol rezultă că se pot realiza economii substanțiale la consumurile de tablă silicioasă utilizată în construcția mașinilor electrice, folosind procedeul de ștanțare cu întrepătrundere a discurilor pentru tole. Progresele recente realizate în construcția preselor de decupare care pot utiliza ca semifabricat pentru ștanțare benzi cu lățimi de 1 000 mm, cum și realizarea unor linii de transfer în care se execută, complet automatizat, ștanțarea tolelor stator-rotor, asigură posibilitățile necesare pentru reducerea consumurilor de tablă silicioasă. Aceste avantaje economice se amplifică dat fiind că în liniile de ștanțare amintite se folosesc prese de un tonaj mai redus față de cele întrebuințate la ștanțarea cu matrițe bloc în pași, de asemenea, ștanțele sînt mai simple ca execuție și exploatare față de ștanțele bloc.

Față de economiile care se obțin prin procedeul de ștanțare cu întrepătrundere a discurilor de tole vom enumera pe scurt cîteva măsuri care sînt necesare de luat, în prealabil, în R.P.R. în vederea aplicării acestui procedeu.

Dat fiind că, în ceea ce privește formatele, la baza întocmirii STAS 673/1–60 pentru tabla silicioasă, a stat procedeul clasic de ștanțare a discurilor, este necesar a se revizui acest STAS ținînd seamă de tabela 2.

În ceea ce privește procesul de ștanțare a discurilor pentru tole prin întrepătrundere, apar două posibilități:

— ștanțarea discurilor din bandă pe prese speciale, centralizate pentru toate fabricile producătoare de electromotoare;

— amenajarea în fiecare uzină de mașini electrice a unor linii de ștanțare a tolelor stator-rotor cu un grad mai dezvoltat de automatizare la gabaritele 3–7, linii dotate cu prese care să poată ștanța din bandă prin întrepătrundere discuri pentru tole.

Alegerea uneia sau a celeilalte soluții, evident, este funcție de durata de amortizare a cheltuielilor care se fac pentru procurarea utilajelor și amplasarea lor.

Bibliografie

[1] Proiectele seriei unitare de motoare asincrone, ale electromotoarelor de curent continuu L.D.E., ale alternatorului 30 kVA.

[2] Méthode nouvelle de découpage des toles des moteurs élèctriques. În: La machine moderne nr. 636, mars 1962, p. 25.

[3] *Crișan, I.* Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricație a motoarelor electrice asincrone. În: Electrotehnica *6* nr. 2, 1958, p. 42–60.

[4] *Bugeanu, P.* Probleme tehnologice noi în fabricația viitoarei serii unitare de motoare asincrone. În: Electrotenhica *7* nr. 4, 1959, p. 115–125.

[5] *Vinogradov, I. V.* Proizvodstvo elektriciskih mașin. Gosenergoizdat, Moscova–Leningrad, 1961, p. 31–40.

[6] Documentația tehnică a firmei GRIMAR — Franța, pentru linii de transfer pentru ștanțarea tolelor motoarelor electrice.

[7] Documentația tehnică a firmei ESSA — Elveția pentru linii de transfer pentru ștanțarea tolelor electromotoarelor.

Automatizarea acționării cu motoare de curent continuu pentru echipamente de foraj*

Dan Finţescu, Ion Dan, Romulus Zăroni şi **Elena Lapedatu**** — Bucureşti

Extinderea electrificării cîmpurilor petrolifere şi a automatizării acționărilor electrice determină aplicarea tot mai largă în foraj a acționării electrice automatizate, în curent alternativ şi în curent continuu. Aceasta din urmă, care permite un înalt grad de automatizare şi asigură performanţe înalte, prezintă perspective de extindere în instalaţiile de foraj. În lucrarea de faţă se prezintă automatizarea acționării instalaţiilor de foraj cu motoare de curent continuu comandate prin amplificatoare magnetice şi redresoare cu siliciu, concepută de autori.

CZ 621.34—52 : 621.313.223.2 : 622.24

1. Consideraţii generale

Instalaţiile de foraj, atît cele clasice cu masă rotativă, cît şi cele mai moderne, cu turbobur sau electrobur, comportă, în mare, un sistem de coborîre şi extragere a coloanei de prăjini şi un sistem de rotire a acesteia. La instalaţiile clasice, operaţia de rotire a coloanei de prăjini reprezintă procesul propriu-zis de forare, pe cînd la instalaţiile cu turbobur şi electrobur ea reprezintă numai o mişcare auxiliară, necesară pentru evitarea înţepenirii coloanei de prăjini.

Cele două acționări de bază, respectiv aceea a troliului de ridicare şi coborîre a coloanei de prăjini şi aceea a mesei rotative, se pot obţine de la motoare separate sau de la aceleaşi motoare. În cazul instalaţiilor care folosesc aceleaşi motoare pentru ambele mişcări, cum este cazul instalaţiei a cărei automatizare face obiectul acestui articol, mişcarea este transmisă printr-un reductor mecanic cu două trepte şi este dirijată fie la tamburul troliului de ridicare şi coborîre a coloanei de prăjini, fie la masa rotativă [1].

Procesul de forare impune instalaţiei de acționare o serie de condiţii, care, în general, sînt destul de greu de îndeplinit în totalitatea lor. Condiţiile principale care trebuie îndeplinite sînt :

— gamă largă de turaţii, pentru a putea funcţiona la regimul optim impus de tehnologia forajului ;
— cuplu mare pe toată gama de turaţii ;
— limitare automată a cuplului ;
— frînare la coborîrea sarcinii ;
— funcţionare fără şocuri ;
— comandă simplă şi siguranţă în exploatare ;
— randament bun.

Acționarea cu motoare Diesel cu transmisie mecanică, cea mai răspîndită pînă în ultimul timp, prezintă o serie de dezavantaje printre care pe acela că reglarea vitezei se face în trepte, şi introduce şocuri în instalaţie. Din această cauză, atenţia a fost îndreptată spre acționările cu motoare Diesel cu transmisie electrică sau hidraulică, deoarece acestea asigură o funcţionare elastică.

O dată cu dezvoltarea electrificării terenurilor petrolifere, au apărut acționările pur electrice, folosindu-se la început motoare asincrone. Acest sistem prezintă unele avantaje faţă de acționările cu motoare Diesel, cum ar fi, spre exemplu, simplitatea construcţiei şi economicitatea ; are însă dezavantajul că introduce şocuri în instalaţie, deoarece nu poate asigura o reglare satisfăcătoare a turaţiei şi o bună dozare a cuplului. Acționarea cu motoare de curent continuu, care s-a impus de mult în domeniile care necesită o funcţionare fără şocuri şi o reglare continuă de viteză (de exemplu laminoare) îşi poate găsi o largă utilizare şi în instalaţiile de foraj datorită calităţilor sale deosebite [2], [3], [16].

În acest articol este prezentată schema de automatizare a acționării unei instalaţii de foraj de 75 t, elaborată în cadrul laboratorului de acționări electrice din Institutul de cercetări electrotehnice. Acționarea se face cu două motoare de curent continuu de 500 kW, 500 V, cu excitaţie separată, alimentate prin amplificatoare magnetice echipate cu ventile cu siliciu [1].

La alcătuirea schemei s-a urmărit satisfacerea integrală a tuturor cerinţelor impuse privind reglarea vitezei şi cuplului, frînarea cu viteză comandată, simplitatea în manevrare, randamentul bun, preţul de cost redus.

De asemenea, s-a avut în vedere ca toate elementele componente importante să fie realizate de ICET (amplificatoare magnetice, ventile cu siliciu etc.). Nu au fost folosite tranzistoare, întrucît s-a considerat că, datorită condiţiilor grele de funcţionare privind limitele mari de temperatură la care trebuie să funcţioneze, temperatura momentană maximă poate atinge valori mari, periculoase pentru acestea.

---

* Comunicare ţinută la sesiunea de comunicări ştiinţifice în domeniul automaticii. Acad. R.P.R. — Bucureşti, 8 noiembrie 1962.

** Ing. *D. Finţescu* este şef de laborator la ICET, ing. *I. Dan*, ing. *R. Zăroni* şi ing. *E. Lapedatu* sînt cercetători principali la acelaşi institut.

2. Amplificatorul magnetic pentru alimentarea motorului

Alimentarea motoarelor se face prin amplificatoare magnetice. Este cunoscut faptul că funcționarea amplificatoarelor magnetice cu autosaturație sau cu montaje care derivă din acestea ridică o serie de probleme atunci cînd debitează pe sarcini rezistiv-inductive și cu tensiune contraelectromotoare, așa cum este cazul rotoarelor motoarelor de curent continuu. Dificultățile care apar derivă din două cauze opuse : pe de o parte tensiunea contraelectromotoare, care pentru un anumit interval din perioadă blochează înfășurările de lucru ale amplificatorului și împiedică circulația curenților de magnetizare, iar pe de altă parte inductanța rotorului motorului, care tinde să prelungească circulația unui curent prin înfășurările de lucru. Întrucît tensiunea contraelectromotoare poate fi considerată constantă în intervalul unei perioade, în timp ce tensiunea produsă de inductanță este variabilă, aceste două efecte nu se compensează. Datorită acestor cauze, un motor de curent continuu alimentat de un amplificator magnetic autosaturat, comandat cu un curent constant, este instabil, turația lui crescînd pînă la o anumită valoare, de unde apoi scade pînă la oprire și apoi din nou se ambalează etc. Această instabilitate este mai pronunțată la turații mici și la sarcini reduse ale motorului, adică pentru unghiuri mici de deschidere a amplificatorului, și dispare la turații mari și sarcină mare la motor, adică în regiunea în care amplificatorul este complet comandat și saturat. Dacă se ridică caracteristicile turației în funcție de curentul absorbit, cu diferite valori ale curentului de comandă ca parametru, acestea prezintă, pentru turațiile inferioare și curenți rotorici reduși, o creștere a turației o dată cu creșterea curentului, ceea ce arată că motorul va pendula.

Acest fenomen de pompare, care este cunoscut și în acționarea ca generator-motor, atunci cînd generatorul care alimentează motorul posedă și o înfășurare de excitație serie, iar turația lui este mult mai mare, decît a motorului, poate fi eliminat, așa cum se face, în general, în unele acționări Ward-Leonard, prin introducerea unei înfășurări anticompound de excitație pentru motor. Această metodă este neeconomică, greoaie și de aceea se preferă înlăturarea instabilității acționînd asupra amplificatorului. Există, în adevăr, mai multe posibilități de a interveni asupra amplificatorului, fiecare dintre acestea prezentînd avantaje și dezavantaje care trebuie cîntărite în raport cu schema de acționare și automatizare adoptată.

Înainte de a se descrie schema de acționare și automatizare studiată, se vor trece în revistă, pe scurt, cîteva montaje mai interesante care au fost cercetate și care asigură o funcționare stabilă a motorului, arătînd în același timp calitățile și defectele fiecăruia în parte.

2.1. Pentru a înlătura instabilitatea, printr-o intervenție asupra amplificatorului, este necesar, în primul rînd, fie să se oprească posibilitatea circulației prin înfășurările de lucru a unor curenți datorită inductanței motorului, fie să se compenseze această circulație. Curenții pot fi opriți de a parcurge înfășurările de lucru prin conectarea, în paralel cu motorul, a unor ventile semiconductoare de descărcare a inductanței, așa cum se procedează uneori și pentru stabilizarea amplificatoarelor magnetice care debitează pe sarcini rezistiv-inductive. Acest procedeu este cu atît mai eficace cu cît rezistența directă a ventilelor este mai mică în comparație cu rezistențele înfășurărilor de lucru ale amplificatoarelor, ceea ce este cazul la puteri mici. La puteri mai mari, acolo unde se mai adaugă și dezavantajul unei inductanțe mai mari, introducerea ventilelor de descărcare nu mai este, în general, suficientă pentru înlăturarea instabilității. Circulația curenților, datorită inductanței, are loc în perioada în care circuitul magnetic pe care se află înfășurarea respectivă nu este saturat. Acest fapt, care produce o magnetizare suplimentară ce duce la instabilitate, este posibil numai dacă rezistența circuitelor înfășurărilor de comandă cu care sînt cuplate magnetic înfășurările de lucru este mică. Dacă aceasta din urmă este foarte mare, atunci înfășurările de curent alternativ nu mai sînt cuplate inductiv cu cele de comandă, iar miezurile, fiind nesaturate, nu pot circula curenți prin înfășurările de lucru.

Acest procedeu, pe lîngă faptul că este foarte simplu, ar avea și avantajul ca, pe lîngă oprirea circulației curenților pe care inductanța motorului ar tinde să-i producă, să asigure amplificatorului o viteză mare de răspuns. Dezavantajul constă însă în faptul că, mărind rezistența circuitului de comandă, se micșorează coeficientul de amplificare în același timp cu introducerea unui element care disipă căldură. Pentru înlăturarea acestui dezavantaj se poate introduce o inductanță în circuitul de comandă în locul rezistențelor și astfel coeficientul de amplificare nu mai este micșorat. Introducerea inductanței în circuitul de comandă mărește însă constanta de timp a amplificatorului, ceea ce necesită luarea unor măsuri de prevedere speciale.

Metoda indicată este larg folosită și pot fi date ca exemple seriile Siemens [4] și AEG [5] de motoare de curent continuu alimentate prin amplificatoare magnetice la care introducerea unei constante de timp datorită inductanței din circuitul de comandă a amplificatorului magnetic, pe lîngă constanta de timp a circuitului rotoric al motorului, necesită fie introducerea unei reglări în cascadă, pentru a închide o buclă locală numai cu două constante

de timp mari și cu utilizarea unui regulator cu comportare IPD [4], fie, în cazul unei reglări convergente, a unui regulator IPD împreună cu un amplificator cu rezistență internă mare, care să debiteze pe circuitul inductiv al înfășurării de comandă a amplificatorului magnetic [5] și astfel să elimine influența inductanței (ceea ce reprezintă, de fapt, pe lîngă regulatorul IPD și o compensare suplimentară prin avans de fază sau derivativă). În acest din urmă caz avem pe lîngă constante de timp mici și pe cele ale amplificatorului și circuitului rotoric, precum și constanta de timp mecanică a rotorului și, ca atare, compensarea se face printr-o rețea IPDD.

În aceste cazuri, optimizarea procesului de reglare se poate face după criteriile modulului [6], sau simetriei [7].

Valoarea rezistenței sau inductanței care trebuie introdusă în circuitul de comandă depinde de inductanța rotorului care, la rîndul ei, variază atît de la mersul în gol la mersul în sarcină (la mersul în gol inductanța este

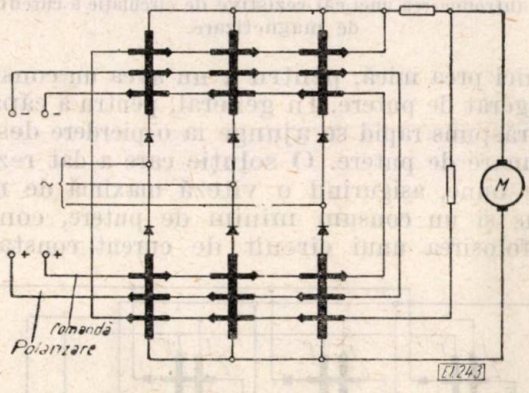


Fig. 1. Motor alimentat de la un amplificator stabilizat prin reacție negativă de curent preluată de pe partea de c.c.

cu 20—30% mai mare ca la plină sarcină), cît și cu puterea motorului (într-o primă aproximație se poate aprecia o creștere proporțională a constantei de timp cu cuplul motorului). Aceasta trebuie astfel aleasă încît raportul N_c^2/Z_c, unde N_c este numărul de spire al înfășurării de comandă, iar Z_c — impedanța circuitului de comandă, să fie cuprins între anumite limite. Valorile mari duc la instabilitate, iar valorile mici, fie la constante de timp mari, fie la puteri mari necesare în circuitul de comandă (după cum se folosește inductanță sau rezistență în circuitul de comandă). Este probabil că valorile pentru N_c^2/Z_c cuprinse între 60 și 30 asigură o funcționare stabilă pentru majoritatea motoarelor cu puteri de la cîțiva kilowați pînă la cîteva sute de kilowați.

După cum s-a arătat, o altă variantă de stabilizare constă în compensarea curenților produși de inductanță în înfășurările de lucru, ceea ce poate fi realizat printr-o reacție negativă de curent care poate fi luată fie de pe partea de curent continuu (fig. 1), fie de pe partea de curent alternativ (fig. 2). Prin aceasta se obține o stabilizare bună, însă pe lîngă micșorarea

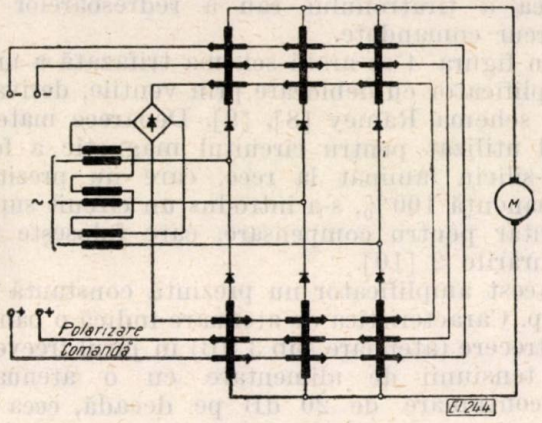


Fig. 2. Motor alimentat de la un amplificator stabilizat prin reacție negativă de curent preluată de pe partea de c.a.

coeficientului de amplificare se obține o caracteristică căzătoare a turației în funcție de sarcină pentru o valoare constantă a curentului de comandă a amplificatorului. Din această cauză, acest montaj este utilizabil numai în circuit închis.

În figura 3 se arată o stabilizare similară cu aceea descrisă mai sus, însă printr-o reacție de tensiune elastică. Prin aceasta nu se mai micșorează coeficientul de amplificare, iar caracteristica turației în funcție de sarcină este constantă (dacă se neglijează căderile de tensiune). Această reacție prezintă însă marele dezavantaj că mărește timpul de răspuns al amplificatorului. Din aceste motive această stabilizare este utilizabilă pentru comenzi în circuit deschis.

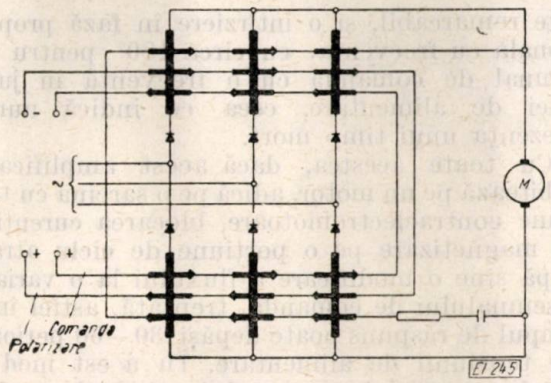


Fig. 3. Motor alimentat de la un amplificator stabilizat prin reacție negativă elastică de tensiune.

2.2. O a doua cale investigată, care permite probabil cele mai bune performanțe, constă în decuplarea înfășurării de comandă prin introducerea unor ventile redresoare. Prin aceasta se elimină și reacția pozitivă de tensiune, ceea

ce mărește puterea necesară de intrare. În schimb, viteza de răspuns al amplificatorului scade la valoarea minimă posibilă, din acest punct de vedere avînd o comportare similară cu aceea a tiratronului sau a redresoarelor cu mercur comandate.

În figura 4 se arată schema trifazată a unui amplificator cu deblocare prin ventile, derivată din schema Ramey [8], [9]. Deoarece materialul utilizat pentru circuitul magnetic a fost fier-siliciu laminat la rece, care nu prezintă remanență 100%, s-a introdus un circuit suplimentar pentru compensare, care folosește înfășurările 2 [10].

Acest amplificator nu prezintă constantă de timp. Caracteristica de atenuare indică o bandă de trecere (atenuare sub 3 dB) în jurul frecvenței tensiunii de alimentare cu o atenuare în continuare de 20 dB pe decadă, ceea ce

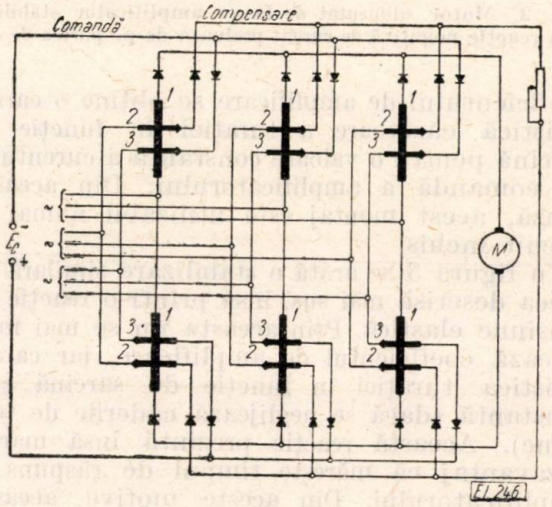


Fig. 4. Motor alimentat printr-un amplificator tip Ramey cu înfășurări suplimentare de compensare a nerectangularității ciclului de histerezis.

este remarcabil, și o întîrziere în fază proporțională cu frecvența, cu circa 180° pentru un semnal de comandă cu o frecvență în jurul celei de alimentare, ceea ce indică numai prezența unui timp mort.

Cu toate acestea, dacă acest amplificator debitează pe un motor, adică pe o sarcină cu tensiune contraelectromotoare, blocarea curenților de magnetizare pe o porțiune de ciclu atrage după sine o modificare a fluxului la o variație a semnalului de comandă, treptată, astfel încît timpul de răspuns poate depăși 30—60 perioade ale tensiunii de alimentare. În acest mod se pierde avantajul răspunsului rapid al amplificatorului. Acest neajuns poate fi înlăturat dacă se prevede o cale separată de închidere a curenților de magnetizare pentru timpul în care tensiunea contraelectromotoare este mai mare decît tensiunea instantanee de alimentare, ceea ce se poate realiza dacă se prevede o sarcină ohmică în paralel cu rotorul motorului, alimentată prin ventile (fig. 5). O analiză mai amănunțită arată că valoarea acestei rezistențe nu trebuie să fie prea mare, deoarece se micșorează durata de timp din intervalul de conducție în care nu pot circula curenții de magnetizare,

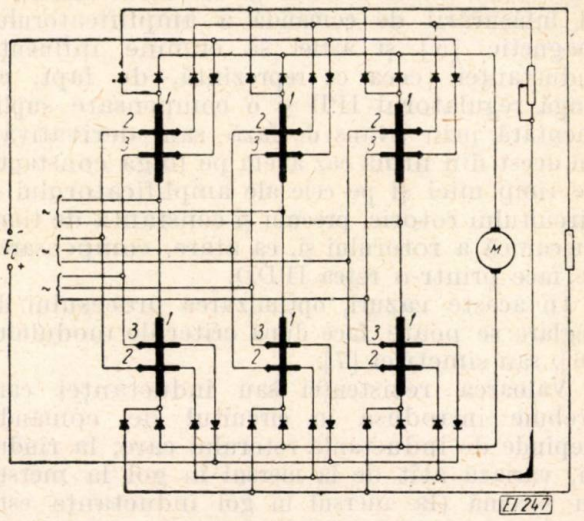


Fig. 5. Motor alimentat de la un amplificator stabilizat prin introducerea unei căi rezistive de circulație a curentului de magnetizare.

și nici prea mică, pentru a nu avea un consum exagerat de putere. În general, pentru a căpăta un răspuns rapid se ajunge la o pierdere destul de mare de putere. O soluție care a dat rezultate bune, asigurînd o viteză maximă de răspuns și un consum minim de putere, constă în folosirea unui circuit de curent constant,

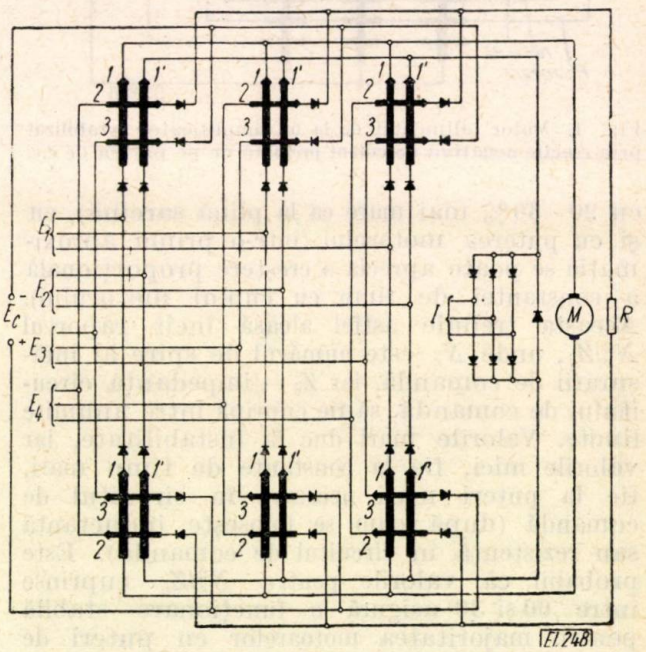


Fig. 6. Amplificator ca în figura 4 prevăzut în plus cu înfășurări separate pentru curentul de magnetizare și cu un ventil polarizat.

prin înlocuirea rezistenței de sarcină printr-un ventil polarizat. În figura 6 se arată o astfel de schemă unde au fost folosite însă înfășurările

separate *1'* în scopul reducerii tensiunii în aceste circuite.

Amplificarea în putere a unui astfel de amplificator este de ordinul sutelor, iar pentru puteri mari poate ajunge la 1 000—2 000. Montarea în cascadă a două sau a trei etaje de amplificatoare de acest gen, fără a lua anumite măsuri de prevedere specială, duce din nou la pierderea vitezei de răspuns [11]. Montarea în cascadă trebuie realizată printr-o cuplare prin ventile polarizate [12].

Cele descrise mai sus, referitoare la crearea posibilității de circulație a curenților de magnetizare în intervalele cînd tensiunea contraelectromotoare este mai mare decît tensiunea de alimentare, se aplică și pentru montajele autosaturate clasice, cu rezistență mare în circuitul de comandă sau cu stabilizare prin reacție pentru mărirea vitezei de răspuns.

2.3. O a treia cale de investigație a constituit-o cercetarea posibilităților de folosire a amplificatorului autosaturat cu reacție negativă galvanică de tensiune, care în ceea ce privește viteza de răspuns și amplificarea în putere are o comportare asemănătoare cu schema Ramey [13].

În figura 7 se arată schema unui amplificator trifazat autosaturat cu reacție negativă galva-

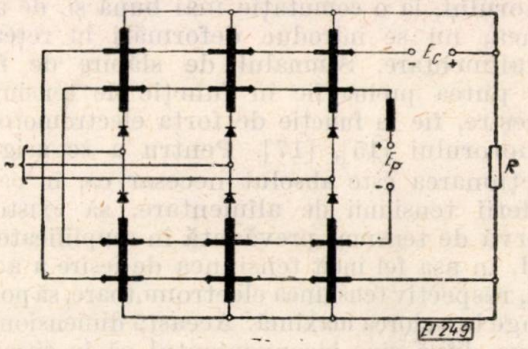


Fig. 7. Amplificator trifazat autosaturat cu reacție negativă galvanică de tensiune.

nică de tensiune. Prezența acestei reacții anulează reacția pozitivă internă de tensiune, ceea ce conferă amplificatorului viteza maximă de răspuns, ca și la schemele din figurile 4, 5 și 6. Între tensiunea de ieșire și tensiunea semnalului de intrare există o proporționalitate perfectă.

În cazul folosirii acestui amplificator pentru alimentarea rotorului unui motor de curent continuu, s-a dovedit că viteza maximă de răspuns și stabilitatea funcționării se obțin mult mai ușor dacă și la acest amplificator se asigură posibilitatea circulației curenților de magnetizare în perioada cînd tensiunea de alimentare este inferioară tensiunii contraelectromotoare a motorului. De asemenea, este mai avantajos ca reacția de tensiune să fie preluată după sarcina fictivă. Schema unui astfel de montaj este arătată în figura 8.

În această schemă se poate introduce o reacție pozitivă de tensiune magnetică, pe o înfășurare suplimentară, așa cum se arată în figura 8. În acest caz, pe măsură ce se mărește gradul de reacție pozitivă, caracteristica de comandă a amplificatorului, care leagă tensiunea

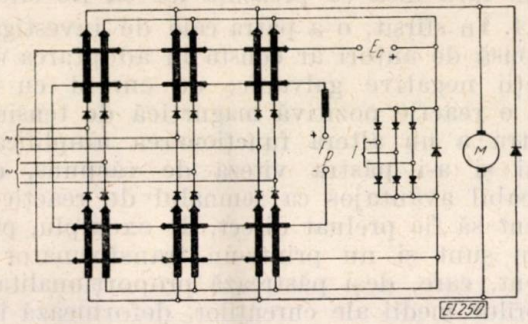


Fig. 8. Motor alimentat prin amplificator trifazat autosaturat cu reacție negativă de tensiune, stabilizat prin introducerea unor înfășurări separate pentru curentul de magnetizare și a unui ventil polarizat.

de ieșire de curentul de comandă, devine din ce în ce mai verticală. Dacă caracteristica amplificatorului este cea notată cu *a* în figura 9, atunci, prin polarizare, se transformă în caracteristica *b*, iar printr-o reacție magnetică pozitivă se transformă în caracteristica astatică *c*. Dacă materialul folosit pentru circuitele magnetice are un ciclu de histerezis dinamic perfect dreptunghiular, acest amplificator prezintă un coeficient de amplificare de putere infinit, datorită impedanței de intrare infinită. Pentru ca și în cazul introducerii reacției pozitive magnetice, amplificatorul să prezinte, pe lîngă o amplificare infinită, și o viteză mare de răspuns, este necesar ca rezistența interioară a sursei de comandă să fie neglijabilă, în comparație cu rezistența circuitului. Dacă acest amplificator este atacat la intrare cu un alt etaj de amplificare magnetică, atunci este necesară șuntarea bornelor de ieșire a etajului de intrare cu o rezistență mică. Acest lucru poate prezenta dificultăți la amplificatoarele finale pentru puteri mari, confecționate cu fier-siliciu laminat la

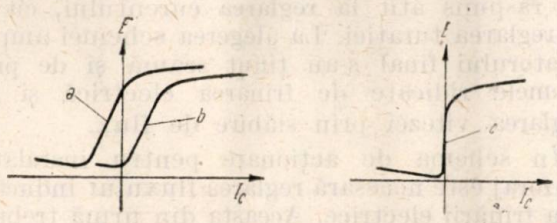


Fig. 9. Caracteristica de comandă a unui amplificator autosaturat:

a — fără polarizare; *b* — cu polarizare; *c* — cu polarizare și reacție pozitivă magnetică.

rece, astfel încît valoarea coeficientului de reacție pozitivă trebuie analizată după împrejurare. Un avantaj al acestei scheme față de schema Ramey constă în eliminarea ventilelor

din circuitul de comandă, obținîndu-se prin aceasta o mărire a sensibilității pentru valori mici ale semnalului de comandă. În urma experiențelor efectuate a rezultat că este avantajos ca și în acest montaj să se prevadă ventile de descărcare în paralel cu rotorul motorului, fără însă ca prezența lor să fie critică.

2.4. În sfîrșit, o a patra cale de investigație propusă de autori ar consta în adoptarea unei reacții negative galvanice de curent cu sau fără o reacție pozitivă magnetică de tensiune. Pentru a nu altera funcționarea amplificatorului și a-i păstra viteza de răspuns, este probabil avantajos ca semnalul de reacție de curent să fie preluat direct, de exemplu, printr-un șunt și nu printr-un transformator de curent, care, deși păstrează proporționalitatea valorilor medii ale curenților, deformează însă momentan forma de undă. Acest lucru prezintă unele dificultăți, în special la puteri mari. Acest semnal s-ar putea relua, eventual, de la bornele înfășurării polilor de compensație, asigurîndu-se totodată corecția de temperatură cu ajutorul unei punți în care, într-unul din brațe, se află o rezistență așezată între spirele bobinajului unui pol auxiliar.

În cazul folosirii unui montaj care derivă din schema Ramey sau a unui amplificator autosaturat cu reacție negativă galvanică, la un semnal de comandă de tensiune constantă rezultă o tensiune constantă de ieșire și deci, practic, o turație constantă a motorului. Apare necesar un circuit de limitare sau de reglare a curentului maxim, care trebuie să intervină la schimbarea regimurilor de funcționare. În cazul în care s-ar folosi o schemă cu reacție negativă galvanică de curent, la un curent de comandă constant ar rezulta un curent constant în rotorul motorului și deci la o excitație constantă un cuplu constant la axul motorului. În timp ce în primele cazuri pare mai avantajoasă o reglare convergentă, în ultimul caz se realizează de la sine o reglare în cascadă, foarte avantajoasă, fără mărirea circuitului de reglare, și prezentînd o viteză mare de răspuns atît la reglarea curentului, cît și la reglarea turației. La alegerea schemei amplificatorului final s-au ținut seamă și de problemele ridicate de frînarea electrică și de reglarea vitezei prin slăbire de flux.

În schema de acționare pentru instalația de foraj este necesară reglarea fluxului inductor și a frînării electrice. Aceasta din urmă trebuie să se execute într-un circuit de reglare care să asigure o viteză constantă controlabilă. Pentru aceasta, eroarea de turație, care rezultă din compararea unei valori impuse printr-un potențiometru cu valoarea obținută de la un tahogenerator, acționează la valori negative (turația reală mai mică decît turația impusă) în sensul creșterii turației, iar la valori pozitive ale erorii acționează introducînd frînarea (fig. 10 și 11). Întrucît trecerea la regimul de frînare, deși, prin măsurile de prevedere luate, nu produce nici un fel de șocuri mecanice sau electrice, introduce totuși o serie de discontinuități în funcționarea schemei și acționează o serie de contactoare. Este necesar ca în cazul în care se dorește o sensibilitate bună la eroare, să se elimine, pe cît posibil, suprareglarea în circuitul de reglare a turației, răspunsul acestuia fiind totuși destul de rapid. Ținînd seamă de această necesitate, în cazul folosirii unui amplificator derivat din schema Ramey sau dintr-unul cu reacție negativă de tensiune, pare mai avantajoasă pentru mărirea vitezei de răspuns o reglare convergentă, iar în cazul folosirii unui amplificator cu reacție negativă, de curent, o reglare în cascadă.

Pentru reglarea fluxului inductor s-a ales o schemă propusă anterior de autori [14], [15] și care permite trecerea continuă de la reglarea turației prin variația tensiunii rotorice la reglarea turației prin variația fluxului inductor. Este bine ca slăbirea fluxului să înceapă după ce tensiunea aplicată rotorului este maximă, adică după ce amplificatorul de alimentare a rotorului este saturat complet. Prin aceasta se asigură o formă mai bună tensiunii de ieșire, ceea ce duce la pierderi mai mici în rotorul motorului, la o comutație mai bună și, de asemenea, nu se introduc deformări în rețeaua de alimentare. Semnalul de slăbire de flux s-ar putea prelua fie în funcție de tensiunea de ieșire, fie în funcție de forța electromotoare a motorului [15], [17]. Pentru a se asigura funcționarea este absolut necesar ca, în cazul scăderii tensiunii de alimentare, să existe o rezervă de tensiune prevăzută în amplificatorul final, în așa fel încît tensiunea de ieșire a acestuia, respectiv tensiunea electromotoare, să poată ajunge la valorea maximă. Această dimensionare atrage după sine inconvenientul că în situația în care tensiunea rețelei nu scade, ci crește peste valoare nominală, rezerva de tensiune care apare pe amplificator face ca forma de undă a tensiunii, pe care acesta o aplică motorului, să se depărteze de la forma optimă, înrăutățind comutația, randamentul și procentul de armonici în rețea.

Pentru a înlătura acest inconvenient, s-a ales soluția ca semnalul de comandă pentru slăbirea fluxului să apară numai după ce amplificatorul magnetic final este, în prealabil, complet saturat. Acest lucru este posibil în schemele cu reacție negativă de tensiune sau de curent și prevăzute cu circuite de polarizare. În adevăr, la aceste scheme curentul de comandă crește brusc îndată ce amplificatorul se saturează, deoarece semnalul de reacție rămîne constant și, prin aceasta, se observă o scădere bruscă a impedanței circuitului de intrare. Prin compararea curentului de comandă cu o valoare de referință, se obține sem-

nalul pentru slăbirea fluxului. Prin creșterea semnalului de comandă asupra amplificatorului magnetic final, după saturarea lui completă, rezultă că acest circuit nu mai introduce o întîrziere. În felul acesta apare totodată și avantajul micșorării lanțului de reglare a turației prin variația fluxului. Pentru păstrarea unui coeficient de amplificare în buclă deschisă aproximativ constant atît în cazul funcționării ca regulator de turație prin variația tensiunii, cît și prin variația fluxului, se folosește un circuit de reacție negativ de la semnalul de comandă a slăbirii fluxului la preamplificatorul de comandă a amplificatorului final [15], [18].

Din considerentele amintite ne-am îndreptat către o schemă cu reacție negativă galvanică și nu spre o schemă derivată din schema Ramey.

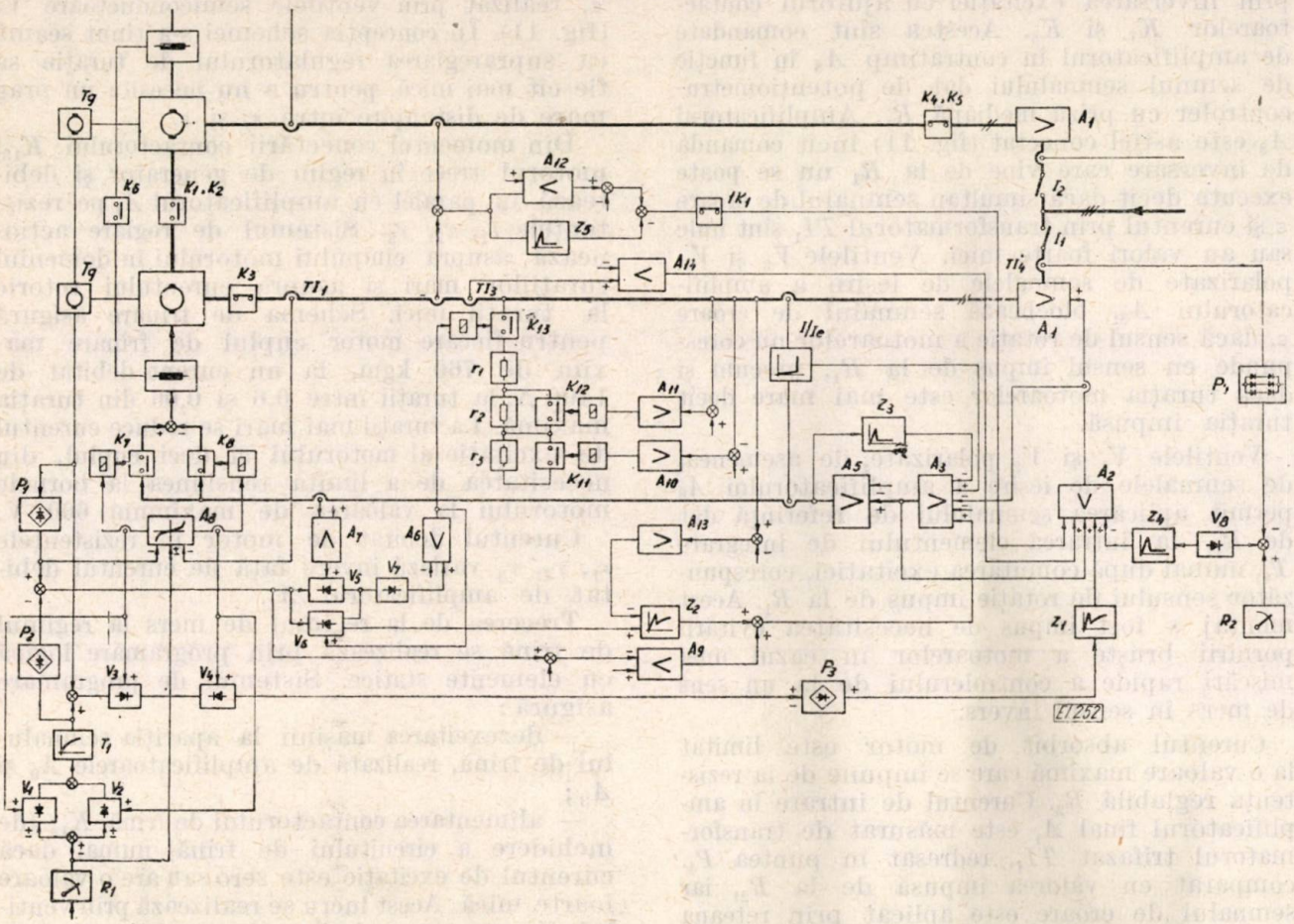


Fig. 10. Schema funcțională a acționării electrice pentru instalația de foraj de 75 t.

3. Schema funcțională

În figura 10 este prezentată schema-bloc funcțională a instalației.

Schema îndeplinește următoarele funcțiuni mai importante cerute de procesul de foraj:

— reglarea continuă a turației motoarelor de la zero la valoarea maximă;

— menținerea constantă a turației la orice variație de cuplu;

— inversarea sensului de mers;

— frînarea electrică la turație constantă impusă de la pupitrul de comandă, cu posibilitatea de folosire a cuplului maxim.

Toate comenzile se realizează de la o singură manetă de la pupitrul de comandă. Comanda turației motoarelor în regim de mers și de frînă, în ambele sensuri de rotație, se face de la potențiometrul controler R_1.

Semnalul turației impuse, obținut de la R_1, după ce este trecut prin elementul de integrare T_1, se compară cu tensiunea dată de tahogeneratorul Tg. Semnalul de eroare rezultat este aplicat prin puntea de redresare P_3 la intrarea amplificatorului Z_1 cu comportare IPD, care comandă la rîndul lui amplificatorul magnetic A_2. Semnalul de ieșire al acestuia atacă amplificatorul final A_1, a cărui schemă a fost descrisă în figura 8. Amplificatorul A_1 debitează pe rotorul motorului. Tensiunea aplicată motorului poate fi reglată, la cîmp constant de excitație, pînă la atingerea valorii maxime

determinate de tensiunea rețelei, așa cum s-a arătat anterior. În continuare, semnalul de ieșire a amplificatorului A_2 comandă amplificatorul A_3 în sensul slăbirii cîmpului motorului. Inversarea sensului de mers se face prin inversarea excitației cu ajutorul contactoarelor K_7 și K_8. Acestea sînt comandate de amplificatorul în contratimp A_8 în funcție de semnul semnalului dat de potențiometru-controler cu priză mediană R_1. Amplificatorul A_8 este astfel conectat (fig. 11) încît comanda de inversare care vine de la R_1 nu se poate executa decît dacă simultan semnalul de eroare ε și curentul prin transformatorul TI_1 sînt nule sau au valori foarte mici. Ventilele V_3 și V_4, polarizate de semnalele de ieșire a amplificatorului A_8, blochează semnalul de eroare ε, dacă sensul de rotație a motoarelor nu corespunde cu sensul impus de la R_1, precum și dacă turația motoarelor este mai mare decît turația impusă.

Ventilele V_1 și V_2 polarizate, de asemenea, de semnalele de ieșire a amplificatorului A_8 permit aplicarea semnalului de referință dat de R_1, la intrarea elementului de integrare T_1, numai după comutarea excitației, corespunzător sensului de rotație impus de la R_1. Acest montaj a fost impus de necesitatea evitării pornirii bruște a motoarelor în cazul unei mișcări rapide a controlerului de la un sens de mers în sensul invers.

Curentul absorbit de motor este limitat la o valoare maximă care se impune de la rezistența reglabilă R_2. Curentul de intrare în amplificatorul final A_1 este măsurat de transformatorul trifazat TI_4, redresat în puntea P_4, comparat cu valorea impusă de la R_2, iar semnalul de eroare este aplicat prin rețeaua derivativă Z_4 la amplificatorul A_2.

În schemă se prevede un sistem de echilibrare a sarcinii între cele două motoare. Cu ajutorul transformatoarelor de curent TI_2 (schema electrică din fig. 11) se obțin semnale proporționale cu valorile curenților absorbiți de motoare, care sînt apoi comparate între ele, și diferența este amplificată de amplificatorul A_{12} care trimite semnalul de corectare, cu sens diferit, la amplificatoarele A_2 ale celor două motoare.

În procesul de exploatare apare frecvent necesitatea coborîrii coloanei de prăjini cu viteza constantă aleasă de operator. De asemenea se pune problema reducerii rapide, la comandă, a turației motoarelor. Cînd turația reală a motoarelor depășește valoarea impusă de la potențiometru-controler R_1, semnalul de eroare asupra amplificatorului Z_1 este blocat de ventilele V_3 și V_4, iar semnalul de eroare ε_f, obținut prin compararea semnalului de referință redresat în puntea P_2, cu semnalul primit de la tahogenerator, redresat în puntea P_1, comandă amplificatorul A_6 care alimentează bobina contactorului de frînă K_{13}. În scopul evitării intervenței frînei la eventuala depășire a turației impuse în regim de mers (suprareglare), s-a prevăzut un prag de distanțare a semnalului ε_f de semnalul ε, realizat prin ventilele semiconductoare V_7 (fig. 11). În concepția schemei s-a ținut seamă ca suprareglarea regulatorului de turație să fie cît mai mică, pentru a nu necesita un prag mare de distanțare între ε_f și ε.

Din momentul conectării contactorului K_{13}, motorul trece în regim de generator și debitează în paralel cu amplificatorul A_1 pe rezistențele r_1, r_2, r_3. Sistemul de reglare acționează asupra cîmpului motorului în domeniul turațiilor mari și asupra curentului rotoric la turații mici. Schema de frînare asigură pentru fiecare motor cuplul de frînare maxim de 760 kgm, la un curent debitat de 1400 A, la turații între 0,6 și 0,06 din turația maximă. La turații mai mari se reduce curentul de excitație al motorului și deci cuplul, din necesitatea de a limita tensiunea la bornele motorului la valoarea de maximum 600 V.

Curentul debitat de motor în rezistențele r_1, r_2, r_3 variază invers față de curentul debitat de amplificatorul A_1.

Trecerea de la regimul de mers la regimul de frînă se realizează prin programare logică cu elemente statice. Sistemul de programare asigură :

— dezexcitarea mașinii la apariția semnalului de frînă, realizată de amplificatoarele A_9 și A_3;

— alimentarea contactorului de frînă K_{13} (de închidere a circuitului de frînă) numai dacă curentul de excitație este zero sau are o valoare foarte mică. Acest lucru se realizează prin ventilul V_5 care este polarizat de amplificatorul A_7 la curent zero sau foarte mic în circuitul de excitație al motorului. După ce amplificatorul A_6 deschide și introduce contactorul de frînare K_{13} — deci regimul de frînare — se deschide pentru semnalul de eroare o cale în paralel prin ventilul V_6 polarizat de ieșirea amplificatorului A_6;

— comanda creșterii exicitației motorului de către semnalul de eroare ε_f se face numai dacă contactorul K_{13} este închis, respectiv ventilul V_6 polarizat de ieșirea amplificatorului A_6.

Semnalul ε_f comandă amplificatorul A_3 prin amplificatorul Z_2 cu comportare IPD.

Schimbarea treptelor de rezistență în circuitul de frînă se realizează cu ajutorul contactoarelor K_{11} și K_{12} comandate de amplificatoarele A_{10} și respectiv A_{11}, în funcție de tensiunea la bornele motorului.

Schema este prevăzută cu un sistem de limitare a tensiunii la bornele motorului, care constă din amplificatorul A_{13} care debitează îndată ce tensiunea la bornele motorului depășește tensiunea impusă. Semnalul de ieșire a amplificatorului A_{13} se scade din semnalul

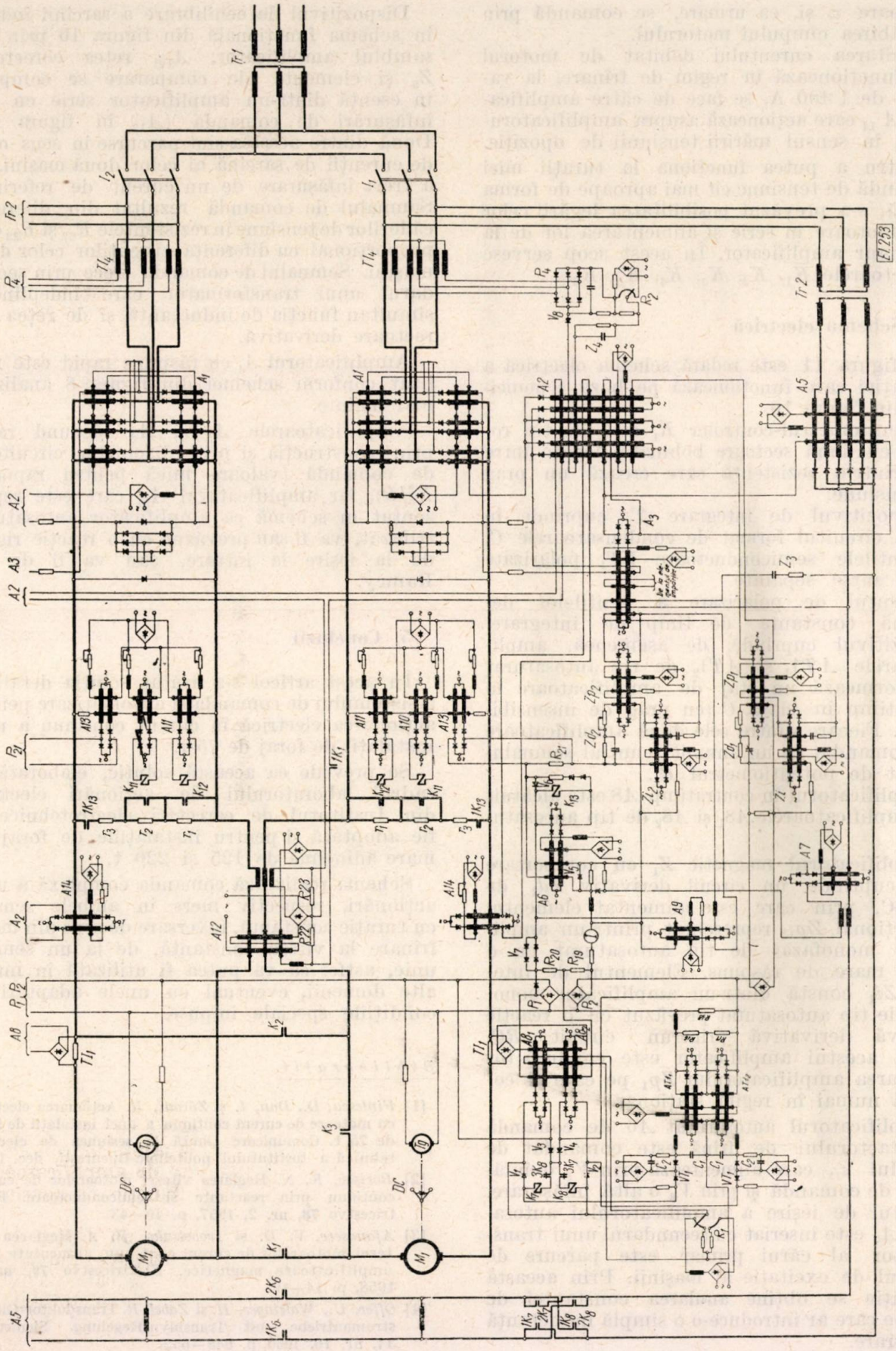


Fig. 11. Schema electrică a acționării pentru instalația de foraj de 75 t.

de eroare ε_f și, ca urmare, se comandă prin A_3 slăbirea cîmpului motorului.

Limitarea curentului debitat de motorul care funcționează în regim de frînare, la valoarea de 1 400 A, se face de către amplificatorul A_{14} care acționează asupra amplificatorului A_2 în sensul măririi tensiunii de opoziție.

Pentru a putea funcționa la turații mici cu o undă de tensiune cît mai aproape de forma optimă, s-a prevăzut posibilitatea legării celor două motoare în serie și alimentarea lor de la un singur amplificator. În acest scop servesc contactoarele K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6.

4. Schema electrică

În figura 11 este redată schema electrică a instalației care funcționează pe baza schemei-bloc din figura 10.

Potențiometrul-controler R_1 este de tip rotativ, cu două sectoare bobinate, legate între ele printr-o rezistență care crează un prag de tensiune.

Dispozitivul de integrare T_1 cuprinde în esență circuitul format de condensatoarele C_1 și ventilele semiconductoare VT_1 polarizate de la surse separate.

Curentul de polarizare a ventilelor determină constanta de timp de integrare. Dispozitivul cuprinde, de asemenea, amplificatoarele $AT1_1$ și $AT1_2$ de tip autosaturat care formează un etaj de amplificatoare în contratimp în clasa C (cu prag de insensibilitate). Fiecare dintre cele două amplificatoare este comandat la un anumit semn al semnalului dat de potențiometrul R_1.

Amplificatorul în contratimp $A8$ este alcătuit din amplificatoarele $A8_1$ și $A8_2$ de tip autosaturat.

Amplificatorul magnetic Z_1 cu comportare IPD cuprinde un circuit derivativ Zd_1 de tip RC, prin care este alimentat elementul proporțional Zp_1, reprezentat printr-un amplificator monofazat de tip autosaturat cu o viteză mare de răspuns. Elementul de integrare Zi_1 constă dintr-un amplificator monofazat de tip autosaturat prevăzut cu o reacție negativă derivativă printrun circuit RC. Ieșirea acestui amplificator este condusă tot la intrarea amplificatorului Zp_1 pe care îl comandă numai în regim staționar.

Amplificatorul autosaturat $A6$ de comandă a contactorului de frînă este comandat de semnalul ε_f, care alimentează prin V_5 o înfășurare de comandă și prin V_6 o altă înfășurare. Circuitul de ieșire a amplificatorului autosaturat A_7 este înseriat cu secundarul unui transformator al cărui primar este parcurs de curentul de excitație al mașinii. Prin această dispoziție se obține anularea constantei de timp pe care ar introduce-o o simplă inductanță de filtrare.

Dispozitivul de echilibrare a sarcinii indicat în schema funcțională din figura 10 prin ansamblul amplificator, A_{12}, rețea corectoare Z_5 și elemente de comparare se compune în esență dintr-un amplificator serie cu trei înfășurări de comandă (A_{12} în figura 11). Două dintre acestea sînt parcurse în sens opus de curenții de sarcină ai celor două mașini, iar a treia înfășurare de un curent de referință. Semnalul de comandă rezultat din diferența căderilor de tensiune în rezistențele R_{22} și R_{23} este proporțional cu diferența curenților celor două mașini. Semnalul de comandă trece prin secundarul unui transformator care îndeplinește simultan funcția de inductanță și de rețea corectoare derivativă.

Amplificatorul A_1 cu răspuns rapid este realizat conform schemei din figura 8 analizate mai înainte.

Amplificatoarele A_2 și A_3 răspund rapid prin construcția și prin dispoziția circuitelor de comandă (valoare mică pentru raportul N_c^2/R), iar amplificatorul A_5, care este reprezentat în schemă ca amplificator autosaturat trifazat, va fi sau prevăzut cu o reacție rigidă de la ieșire la intrare, sau va fi de tip Ramey.

5. Concluzii

În acest articol s-a arătat soluția detaliată a sistemului de comandă și automatizare pentru acționarea electrică în curent continuu a unei instalații de foraj de 75 t.

Se prevede ca această soluție, elaborată în cadrul laboratorului de acționări electrice din Institutul de cercetări electrotehnice să fie adoptată și pentru instalațiile de foraj de mare adîncime de 125 și 220 t.

Schema realizează comanda complexă a unei acționări, respectiv mers în ambele sensuri cu turație constantă, inversare de sens din mers, frînare la viteza constantă, de la un semnal unic, astfel că va putea fi utilizată în multe alte domenii, eventual cu unele adaptări la condițiile speciale impuse.

Bibliografie

[1] *Finţescu, D., Dan, I.* și *Zăroni, R.* Acționarea electrică cu motoare de curent continuu a unei instalații de foraj de 75 t. Comunicare ținută la sesiunea de electrotehnică a Institutului politehnic-București, dec. 1962.

[2] *Borisov, K. N.* Reglarea vitezei motoarelor de curent continuu prin reactanțe și semiconductoare. Elektricestvo **78**, nr. 2, 1957, p. 40—43.

[3] *Afanaseev, V. D.* și *Ivobotenko, V. A.* Reglarea vitezei motoarelor de curent continuu alimentate prin amplificatoare magnetice. Elektricestvo **79**, nr. 3, 1958, p. 14—19.

[4] *Offer, U., Watzinger, H.* și *Zabel, R.* Transduktor-Gleichstromantriebe mit Transidyn-Regelung. Siemens-Z. **34**, nr. 10, 1960, p. 648—652.

[5] *Wattenberg, H.* şi *Winkler, H.* Transduktorenantriebe. AEG—Mitt., **51**, nr. 11/12, 1961, p. 446—457.
[6] *Kessler, C.* Über die Vorausberechnung optimal abgestimmter Regelkreise. Regelungstechnik, **2**, nr.2, 1954, p. 274—281; **3**, nr. 1, 1955, p. 16—22; **3**, nr. 2, 1955, p. 40—49.
[7] *Kessler, C.* Das Symetrische Optimum. Regelungstechnik, **6**, nr. 1, 1958, p. 395—400; **6**, nr. 2, 1958, p. 432—436.
[8] *Ramey, R. A.* On the mechanics of magnetic amplifier operation. AIEE trans. **70**, pt. *II* 1951, p. 1214—1222.
[9] *Ramey, R. A.* On the control of magnetic amplifiers. AIEE trans. **70**, pt. *II*, 1951, p. 2124—2128.
[10] *House, C. B.* Flux preset high speed magnetic amplifiers. AIEE trans. **72**, pt. I, 1953, p. 728—735.
[11] *Ramey, R. A.* The Single core magnetic amplifiers as a computer element. AIEE trans. **71**, pt. I, 1952, p. 442—446.
[12] *Maine, A. E.* Three-phase high-speed magnetic amplifiers. Electronic Engineering, dec. 1954, p. 514—521.
[13] *Scorgie, D. G.* Fast response with magnetic amplifiers AIEE trans. **72**, pt. I, 195?, p. 741—749.
[14] *Finţescu, D.* şi *Zăroni, R.* Automation equipment with magnetic amplifiers for the Diesel electric rail car CFR 501. Automatic and remote control, 1960, p. 203—207, Butterworths, London.
[15] *Finţescu, D.* şi *Zăroni, R.* Sistem de comandă a transmisiei electrice în acţionarea Diesel electrică sau turboelectrică. Oficiul de stat pentru invenţii, Bucureşti, D—41835.
[16] *Kunickii, N. P.* Frînarea unui motor prin întărirea cîmpului de excitaţie şi scăderea simultană a tensiunii generatorului. Elektricestvo, **82**, nr. 3, 1961, p. 57—63.
[17] *Hansen, A.* şi *Wilkerson, A.* Automatic speed regulation of d-c motors using combined armature voltage and motor field control. Applications and Industry, **54**, 1961, p. 59—64.
[18] *Finţescu, D.* şi *Zăroni, R.* Schema funcţională a unui nou sistem de comandă şi reglare automată pentru acţionarea cu motor termic şi transmisiune electrică. Automatica şi Electronica **2**, nr. 2, 1958, p. 56—73.

NOTE

Determinarea alunecării critice

Carol Saal—Braşov*

CZ 621.313.333.016.1 : 621.3.018.46

La motoarele asincrone, cuplul activ M şi alunecarea corespunzătoare s sînt legate de momentul de răsturnare M_m şi alunecarea critică s_c printr-o relaţie aproximativă, larg cunoscută şi anume:

$$M = \frac{2M_m}{\frac{s}{s_c} + \frac{s_c}{s}}. \qquad (1)$$

Înlocuind pe M cu M_n, momentul nominal al motorului, iar pe s cu s_n, alunecarea nominală, din (1) rezultă prin transformări elementare:

$$s_c = s_n\left(\frac{M_m}{M_n} + \sqrt{\left(\frac{M_m}{M_n}\right)^2 - 1}\right). \qquad (2)$$

Pentru diferite tipuri de motoare asincrone se cunosc, de obicei, raportul $\frac{M_m}{M_n}$ şi viteza de rotaţie nominală n_n, ultima mărime permiţînd calcularea uşoară a alunecării nominale s_n.

Nomograma reticulară prezentată permite determinarea rapidă a alunecării critice s_c în funcţie de raportul $\frac{M_m}{M_n}$ şi s_n. Ea permite, de asemenea, şi determinarea momentului de răsturnare M_m, dacă se cunoaşte momentul nominal M_n.

Întrebuinţarea nomogramei se face conform cheii de utilizare date.

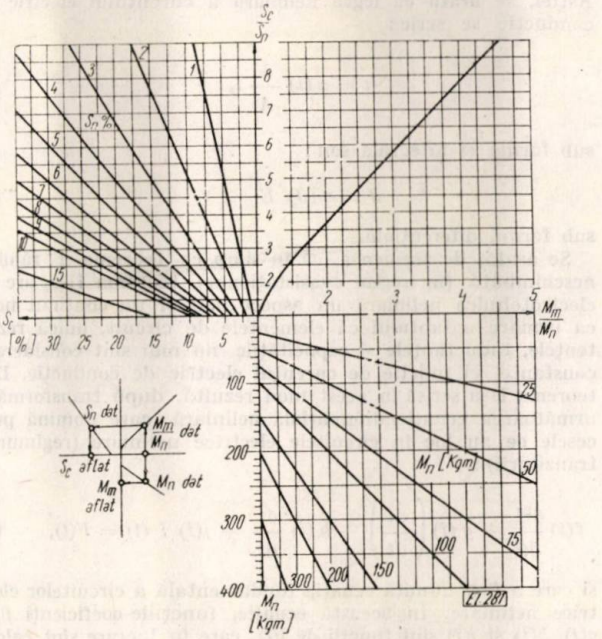


Fig. 1

* Ing. *C. Saal* este şef de lucrări la I. P. Braşov.

RECENZII

CZ 537.313 : 621.3-018.7

F. Stănciulescu, **Contribuţie la teoria şi calculul circuitelor electrice cu elemente neliniare** (Beitrag zur Theorie und Berechnungen elektrischer Stromkreise mit nichtlinearen Elementen). În: Archiv für Elektrotechnik **47**, nr. 5, 1963, p. 291–301.

În introducere, autorul arată că în prezent electrotehnica neliniară se consideră ca un nou capitol al electrotehnicii teoretice moderne. În această situaţie se cere să se stabilească legile, teoremele şi ecuaţiile fundamentale ale circuitelor electrice neliniare şi dacă electrotehnica neliniară păstrează (şi în ce măsură anume) elementele teoriei clasice liniare. Lucrarea reuşeşte să dea răspunsul la această problemă.

După ce se arată că neliniarităţile care se pot întîlni în electrotehnică sînt neliniarităţi rezistive:

$$u_r = r(i)\, i(t),$$

neliniarităţi inductive:

$$u_e = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\{l(i)\, i(t)\}$$

sau în fine neliniarităţi capacitive:

$$u_c = \frac{\int_0^t i(t)\,\mathrm{d}t}{c(i)},$$

se examinează aspectul şi conţinutul nou al legii curentului electric de conducţie (legea lui Ohm) pentru circuitele neliniare şi al teoremelor lui Kirchhoff pentru aceste circuite. Astfel, se arată că legea neliniară a curentului electric de conducţie se scrie:

$$u = \rho(i)\frac{1}{A}\, i, \tag{1}$$

sub forma ei integrală sau:

$$\overline{J} = \sigma(J)\ \overline{E} \tag{2}$$

sub formă diferenţială.

Se arată, de asemenea, că în timp ce teorema I rămîne neschimbată (în regim cvasistaţionar), teorema II-a are în electrotehnica neliniară un aspect nou şi un conţinut nou, ca urmare a faptului că elementele de circuit, adică rezistenţele, inductanţele şi capacităţile nu mai sînt considerate constante, ci funcţie de curentul electric de conducţie. Din teorema II-a scrisă în acest mod rezultă, după transformări, următoarea ecuaţie diferenţială neliniară, care domină procesele ce au loc în circuitele electrice neliniare (regimurile tranzitorii):

$$f(i)\frac{\mathrm{d}^2 i}{\mathrm{d}t^2} + g(i)\left(\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\right)^2 + h(i)\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + j(i)\ i\ (t) = F(t), \tag{3}$$

şi care a fost numită ecuaţia fundamentală a circuitelor electrice neliniare. În această ecuaţie, funcţiile-coeficienţi $f(i)$, $g(i)$, $h(i)$ şi $j(i)$ sînt funcţii de $i(t)$, care în lucrare sînt calculate exact.

Se remarcă faptul că, dacă elementele circuitului sînt liniare, adică: $\Upsilon_k(i) = R_k$; $l_k(i) = L_k$; $c_k(i) = C_k$, ecuaţia neliniară (3) se reduce la binecunoscuta ecuaţie diferenţială liniară cu coeficienţi constanţi, de ordinul doi, care guvernează procesele ce au loc în circuitele liniare.

Ca aplicaţie a acestei teorii se arată că toate ecuaţiile neliniare cunoscute ale electrotehnicii derivă din ecuaţia fundamentală (3). Se citează, astfel, ecuaţiile care descriu fenomenele ce au loc în oscilatorul electronic neliniar, generatorul de impulsuri cu sarcină rezistivă neliniară, precum şi trei circuite neliniare care prezintă interes pentru aplicaţii.

În încheierea lucrării se fac consideraţii asupra principiilor conservării puterii şi energiei în circuitele electrice neliniare, stabilindu-se forma matematică a acestora.

Cu toate că denumirea de „electrotehnică neliniară" este un termen propus de autor şi încă neintrodus în practica electrotehnicienilor, totuşi problema tratată este interesantă prin generalitatea ei. După cum rezultă din aplicaţiile calculate, rezultatele sînt juste şi metoda de calcul nu implică dificultăţi deosebite. Este de presupus că rezultatele lucrării vor găsi un ecou în tratarea problemelor moderne de circuite cu elemente neliniare.

A. Avramescu

CZ 621.312.002 (022)

Tehnologia generală în industria electrotehnică. (Elaborată de un colectiv de autori din uzina Electromagnetica). Bucureşti, Editura tehnică, 1963, 543 pag., 314 ref. bibl.

În industria electrotehnică se folosesc cele mai variate procedee tehnologice, unele fiind specifice acestei industrii, iar altele fiind adoptate din cele mai diverse ramuri ale industriei. Datorită dezvoltării impetuoase a industriei electrotehnice în ţara noastră se simţea nevoia unei lucrări în care să fie concentrate toate aceste procedee. Aceste condiţii le îndeplineşte cartea recent apărută, fiecare capitol fiind scris de cîte un inginer de specialitate din sectorul respectiv al uzinei Electromagnetica.

În primul capitol, scris de ing. V. Stănescu, se tratează problemele generale de construcţie şi tehnologie, arătîndu-se fazele de realizare a unui produs, de la primirea sarcinii de plan, pînă la expedierea către beneficiar. Se dau noţiunile fundamentale cu privire la fazele de asimilare şi de fabricaţie, precum şi la documentaţia care trebuie întocmită pentru fiecare fază. Se arată particularităţile constructive şi tehnologice ale elementelor folosite în construirea aparatelor şi instalaţiilor electrotehnice. Se indică metodele principale care duc la construcţii economice din punctul de vedere al fabricaţiei, al exploatării şi al consumului de materiale sau manoperă.

În capitolul al doilea (autori ing. G. Voinarovschi, ing. F. Andreescu şi ing. D. Mazilu) se prezintă tehnologia prelucrării metalelor. Se dau date de bază necesare pentru elaborarea procedeelor tehnologice în atelierele de prelucrări mecanice. Se dau date despre precizia realizabilă prin diferite metode de prelucrare şi despre productivitatea acestor metode. Se arată principalele forme de organizare a producţiei şi a controlului calităţii în aceste ateliere. Se expun materialele metalice folosite mai mult în industria electrotehnică, precum şi principalele metode de prelucrare a acestora prin turnare, deformare, aşchiere şi presare.

Pentru fiecare dintre aceste metode se arată care sînt procedeele folosite, maşinile necesare, precum şi tendinţele noi de modernizare a acestor procese. O atenţie deosebită se acordă tratamentelor termice folosite atît la aliajele feroase, cît şi la cele neferoase.

Capitolul al treilea, scris de dr. ing. S. Cedighian, se referă la tehnologia prelucrării pulberilor metalice. Se descriu materialele folosite în metalurgia pulberilor şi modul în care pot fi preparate, precum şi metodele de prelucrare a lor prin presare şi sinterizare. Se pune un accent deosebit pe aplicaţiile pulberilor metalice, mai ales la fabricarea contactelor de mare putere, rezistente la arc, din wolfram, molibden, argint-oxid de cadmiu, argint-nichel etc. Tot în acest capitol se tratează despre materialele refractare sinterizate, materialele metaloceramice, aliajele care se sudează cu sticla, materialele antifricţiune sinterizate, precum şi materialele magnetice moi sau dure, sinterizate.

Capitolul al patrulea, alcătuit de ing. G. Voinarovschi, se ocupă de tehnologia prelucrării materialelor electroizolante. Se descriu principalele materiale electroizolante folosite în industria electrotehnică, şi anume: materialele plastice, ceramice, mica, azbestul, hîrtia, precum şi materialele utilizate ca îmbrăcăminte pentru conductoare. Se arată metodele de prelucrare a acestor materiale prin aşchiere, presare, ştanţare, injectare şi turnare.

Capitolul al cincilea, de ing. A. Pană, tratează problema acoperirilor de tot felul folosite în această industrie. Se expun cele mai moderne metode de depuneri galvanice, tratamentele chimice şi electrochimice ale suprafeţelor metalice, tehnica acoperirilor cu vopsele, metalizarea şi impregnarea cu diferite lacuri electroizolante.

Capitolul al şaselea, redactat de ing. E. Lepădatu, se ocupă de tehnologia îmbinărilor mecanice, cum sînt: diferitele tipuri de sudură cu gaz sau electrice, îmbinările prin lipire, prin nituire, prin deformare, încleierea diferitelor materiale, precum şi diferitele sisteme de îmbinări demontabile.

Capitolul al şaptelea, de ing. N. Ştefănescu, se referă la tehnologia realizării cadranelor, scalelor şi etichetelor. Se descriu diferitele procedee tehnologice de realizare a semnelor cu relief (aşchiere, presare) şi fără relief (tipărire, fotografiere, placare etc.). Nu se arată însă metodele de executare în serie a scalelor neliniare şi neomogene.

Capitolul al optulea este redactat de dr. ing. S. Cedighian şi tratează într-un mod foarte amănunţit despre materialele magnetice, atît cele moi, cît şi cele dure. Se descriu factorii care influenţează proprietăţile magnetice ale aliajelor, precum şi modul în care trebuie folosiţi pentru a obţine anumite proprietăţi magnetice.

Este de remarcat faptul că în fiecare capitol se tratează despre organizarea şi tehnica securităţii muncii la locul de producţie respectiv, precum şi despre metodele specifice de control al calităţii produsului.

Lucrarea tratează procesele tehnologice generale, adaptate necesităţilor industriei constructoare de aparate electrice, electronice şi de mecanică fină, făcînd numai o prezentare a procedeelor tehnologice celor mai adecvate pentru executarea diferitelor elemente care pot intra în construcţia acestor aparate, fără a se ocupa prea mult de amănunte. Datorită bogatei bibliografii care se indică la sfîrşitul fiecărui capitol, cititorul poate să cunoască şi amănuntele fiecărui proces pentru a-l putea aplica în practică. În privinţa aceasta se remarcă la unele capitole lipsa unei suficiente bibliografii în limba romînă (capitolele 3, 6, 7 şi 8). Din acest motiv credem că Editura tehnică ar trebui să se preocupe de editarea unor lucrări mai detaliate, avînd ca temă capitolele respective. S-a pus accentul, în special, pe procedeele tehnologice cele mai avansate care asigură o productivitate şi o calitate cît mai ridicată a produselor.

Lucrarea se adresează atît tehnicienilor şi inginerilor proiectanţi din industria constructoare de aparate şi instalaţii electrotehnice şi electronice, cît şi studenţilor care studiază cursul de tehnologie a materialelor electrotehnice.

I. Moceanu

CZ 621.313.3(021)

C. Lazu, V. Corlăţeanu. **Maşini electrice,** vol. **II** (Maşini de curent alternativ). Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1962, 547 pag., 463 fig.

Cu acest volum, după cum se arată în prefaţă, se încheie manualul de maşini electrice destinat studenţilor din învăţămîntul tehnic superior.

Subtitlul arată că volumul al III-lea este consacrat examinării teoriei maşinilor electrice de curent alternativ.

Problemele tratate sînt grupate în cinci părţi, şi anume: generalităţi şi fenomene comune în funcţionarea maşinilor de curent alternativ; maşinile sincrone; maşinile asincrone fără colector: maşinile de curent alternativ cu colector; transformarea curentului alternativ în curent continuu şi încercarea maşinilor electrice de curent alternativ.

Partea I (p. 17—93) este subdivizată în trei capitole: înfăşurările maşinilor de curent alternativ; forţele electromotoare induse în înfăşurările de curent alternativ; forţele magnetomotoare în înfăşurările de curent alternativ. Astfel, după ce se stabilesc parametrii fundamentali ai înfăşurărilor şi se face clasificarea acestora după diverse criterii, se analizează scheme concrete ale înfăşurărilor într-un singur strat în diferite execuţii ale capetelor de bobină, în două straturi, cu pas scurtat sau cu pas diametral. Expunerea acestor probleme, foarte dificile, este clară şi materialul grafic care o însoţeşte este deosebit de sugestiv.

În continuare, se deduce expresia tensiunii electromotoare induse într-o înfăşurare de curent alternativ, considerîndu-se o repartiţie periodică a inducţiei în întrefierul maşinii, arătîndu-se legătura dintre armonicile spaţiale ale inducţiei şi armonicile temporale, care apar în curba tensiunii electromotoare şi a curenţilor. Se deduce expresia factorului de înfăşurare pentru armonica de ordin arbitrar în ipoteza înfăşurării repartizate şi cu pas scurtat. Sînt analizate cîteva exemple, arătîndu-se obţinerea unui sistem simetric de tensiuni în înfăşurările polifazate. Ultimul capitol al primei părţi se referă la tensiunea magnetomotoare produsă de o înfăşurare de curent alternativ monofazat, polifazată cu pas diametral sau scurtat, concentrate sau repartizate. Se subliniază proprietăţile armonicilor spaţiale, pregătindu-se terenul pentru explicarea ulterioară a fenomenelor care însoţesc prezenţa acestor armonici în maşină. Expresia tensiunii magnetomotoare (sau a forţei magnetomotoare, cum se numeşte în lucrare) fiind dedusă în cazul unei maşini idealizate ($\mu_{Fe} = \infty$), aceasta se confundă cu expresia tensiunii magnetice la bornele întrefierului; în cazul însă al unei maşini reale, aceste două mărimi sînt diferite; considerăm că ar fi necesar şi util să se scoată în evidenţă aceste două noţiuni.

Partea a II-a (p. 93—255) este consacrată maşinii sincrone şi conţine 11 capitole. După expunerea noţiunilor generale referitoare la maşinile sincrone se examinează fenomenul reacţiei indusului în regim simetric de funcţionare, diagramele vectoriale ale tensiunilor maşinii cu poli aparenţi şi înecaţi, stabilindu-se ecuaţiile de funcţionare a maşinii în sistemul de coordonate d, q şi arătîndu-se, prin exemple concrete, utilizarea acestor diagrame la predeterminarea caracteristicilor de funcţionare a maşinii (externe şi de reglaj).

Se analizează succint regimurile de funcţionare în scurtcircuit mono, bi şi trifazat, metodele de cuplare la funcţionarea în paralel a generatoarelor sincrone (sincronizarea fină şi autosincronizarea), funcţionarea în sincronism a generatorului sincron, formula puterii şi a cuplului electromagnetic, a puterii sincronizante şi a cuplului sincronizant, curbele în V. În legătură cu materialul expus în această parte, referitor la generatorul sincron, ar fi de observat următoarele:

1. deşi condiţiile de funcţionare a generatorului sincron în paralel sînt enunţate corect, totuşi reprezentarea vectorială a acestor condiţii (fig. 8, 3a) este de natură să provoace nedumerire, datorită faptului că cei doi vectori sînt reprezentaţi în opoziţie de fază;

2. avînd în vedere funcţionarea maşinii sincrone în sistemele energetice şi ca generator de putere reactivă, ar fi fost necesar să se acorde acestei mărimi un spaţiu mai larg.

Capitolul al X-lea cuprinde probleme referitoare la funcţionarea maşinii sincrone în regim de motor.

Succint, în capitolul al XI-lea sînt examinate problemele unor maşini sincrone speciale: maşina de frecvenţă ridicată, generatorul sincron homopolar cu indus dublu şi cu un singur indus, motorul sincron reactiv, micromaşinile sincrone.

Oscilaţiile electromecanice ale maşinilor sincrone sînt examinate în capitolul al XII-lea.

Capitolul al XIII-lea este consacrat studiului regimurilor dinamice ale maşinilor sincrone, care este expus pe baza teoriei constantei fluxului ($R = 0$); sînt definiţi parametrii dinamici ai maşinii: reactanţele supratranzitorii şi tranzitorii.

Diferitele posibilităţi de excitare a maşinii sincrone sînt examinate în capitolul al XIV-lea; sînt expuse schemele de excitare cu maşini de curent alternativ, maşini de curent continuu, aparate de redresare, scheme de autoexcitaţie.

Partea a III-a (p. 255—283) tratează maşina asincronă. După prezentarea noţiunilor constructive de bază se prezintă teoria funcţionării motorului asincron în repaus, pe baza analogiei cu transformatorul static. Sînt deduse schemele electrice echivalente, diagramele vectoriale, expresia cuplului electromagnetic dezvoltat de maşini, caracteristicile de funcţionare a motorului asincron. Pornindu-se de la expresia curentului statoric, se determină elementele caracteristice ale cercului — loc geometric, descris de curent la variaţia alunecării în limitele $S = \pm \infty$. Se indică metode practice de construcţie a cercului, de determinare a alunecării, randamentului, factorului de putere, cuplului electromagnetic.

Sînt examinate metodele de pornire a motorului asincron şi procedeele de reglaj al vitezei de rotaţie.

În capitolul al XX-lea sînt analizate particularităţile funcţionale ale motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit de construcţie specială : motorul cu bare înalte, rotorul cu dublă colivie.

Capitole speciale sînt consacrate studiului maşinii asincrone în regim de generator şi frînă, precum şi funcţionării maşinii asincrone la parametri diferiţi de cei nominali.

În încheierea acestei părţi sînt tratate maşinile asincrone speciale : regulatorul de inducţie, motorul asincron monofazat, regulatorul de fază, micromaşinile pentru instalaţii de automatizare şi determinarea prin calcul a parametrilor maşinii asincrone. Sînt, de asemenea, trecute în revistă seriile unitare de motoare asincrone construite în R.P.R.

Partea a IV-a (p. 387—454) tratează maşinile de curent alternativ cu colector : teoria generală a maşinilor de curent alternativ cu colector, motoare monofazate cu colector, motoare trifazate cu colector, motoare asincrone compensate şi compensatoare de fază, cuplarea maşinilor asincrone în cascadă, generatoarele polifazate cu colector.

Partea a V-a (p. 457—522) se referă la procedeele de transformare a curentului alternativ în curent continuu. După ce se subliniază importanţa acestei probleme din punctul de vedere al utilizării energiei electrice se analizează dispozitivele de redresare : convertizoarele electrice şi redresoarele sau supapele (ventile) electrice, precum şi schemele de redresare întîlnite.

Ultima parte, a VI-a (p. 525—536), conţine încercările maşinilor electrice de curent alternativ.

În concluzie, din examinarea acestei lucrări se desprind următoarele :

— conţinutul, care corespunde programei analitice a cursului de teoria maşinilor electrice, este expus cu o deosebită claritate, fiind subliniate elementele esenţiale ale problemelor ;

— expunerea este însoţită de numeroase figuri bine alese şi foarte îngrijit executate, care contribuie la înţelegerea corectă a acesteia ;

— în lucrare sînt integrate, organic, referiri la realizările industriei electrotehnice naţionale, cum şi la normele tehnice în vigoare ;

— deosebit de valoroasă ni se pare partea a VI-a a acestui curs, care aduce o contribuţie importantă la pregătirea inginerilor electrotehnici şi energetici, avînd în vedere faptul că actualele planuri de învăţămînt nu prevăd predarea unei discipline corespunzătoare.

În concluzie, această lucrare se situează la nivelul celor mai reuşite lucrări existente în literatura de specialitate.

V. Nedelcu

CZ 621.313.1.048.1 : 621.317.333.6

K o z i r e v, N. A. **Izolaţia maşinilor electrice şi metodele de încercare.** (Izolaţia elektriceskih maşin i metodî ispitania). Moscova, Gosenergoizdat, 1962, 264 pag., 175 ref. bibl.

Atît indicii tehnico-economici, cît şi durata de viaţă a maşinilor electrice rotative depind în primul rînd de izolaţia lor. Totodată trebuie arătat că, dacă principalii parametri ai maşinilor electrice reies din calcul, schemele de izolaţie, respectiv gradienţii de potenţial, se aleg după încercări laboroase şi, mai ales, după intuiţia proiectanţilor. Din aceste cauze, atenţia este îndreptată asupra studierii complexe a schemelor de izolaţii, atît în stare iniţială, cît şi în timpul exploatării. Tehnica controlului izolaţiei s-a dezvoltat o dată cu realizarea de scheme de izolaţii mai complexe şi, mai ales, pentru tensiuni mai mari.

Cartea lui N. A. Kozirev este scrisă pe baza cercetărilor efectuate în laboratoarele Institutului politehnic din Leningrad asupra izolaţiei maşinilor electrice mari, fabricate în U.R.S.S. Are meritul de a studia, atît din punct de vedere teoretic, cît şi experimental, problema complexă a izolaţiei maşinilor electrice mari.

Cum în cadrul schemelor de izolaţie partea cea mai importantă o prezintă izolaţiile bobinajelor, respectiv izolaţiile de capăt şi de crestătură, lucrarea studiază cu precădere aceste părţi ale izolaţiilor maşinilor electrice.

Primele capitole (1 şi 2) tratează aspectele teoretice ale problemei izolaţiei. Este interesant că autorul nu începe cu teoria generală a dielectricului, în speţă a celui solid, considerînd că nu-şi avea locul în lucrarea aceasta concretă.

Prima problemă tratată este cea a teoriei străpungerii dielectricilor solizi. Se consideră că principalele forme ale străpungerii dielectricilor sînt următoarele : termică, electrică şi de ionizare. Considerăm că procesul străpungerii electrice este strîns legat de cel al ionizării şi, mai mult, orice străpungere electrică este precedată de un proces de ionizare.

Îmbătrînirea izolaţiei este tratată în capitolul 2 şi privită sub acţiunea următorilor factori : gradientul electric de lucru, temperatura şi eforturile dinamice.

Capitolul 3, care cuprinde metodica de cercetare, prezintă mai detaliat tehnica construcţiilor electrozilor, cu schiţe cu dimensiuni, însă mai puţin schemele de încercare şi aparatura folosită. Cu atît mai mult cu cît lucrarea se referă la studiile efectuate de autor, aceste prezentări erau justificate.

Capitolul 4 tratează problema studiului rigidităţii dielectrice a izolaţiei principale. După ce se prezintă, cu caracter monografic, situaţia în tehnica mondială, se studiază rigiditatea dielectrică la trei feluri de tensiuni : a) alternativă sub frecvenţă industrială ; b) în curent continuu şi c) la impuls. Sînt preţioase datele cu privire la rezultatele comparative obţinute asupra bobinajelor maşinilor electrice mari cu tensiuni de lucru pînă la 10,5 kV.

Capitolul 5 tratează problema supratensiunilor care acţionează asupra izolaţiei maşinilor electrice.

Cel de-al 6-lea capitol se referă la controlul şi încercarea izolaţiei maşinilor electrice. Autorul împarte încercările în două principale categorii : 1) încercările specifice ale izolaţiei ; 2) controlul caracteristicilor izolaţiei. În prima categorie intră încercarea la tensiunea mărită în curent alternativ, la frecvenţă industrială ; încercarea în curent continuu şi, în fine, încercarea la impuls. Această categorie de încercare se numeşte şi categoria de încercare distructivă, dat fiind că se ajunge la distrugerea izolaţiei în punctul cu izolaţie mai slabă. Cea de a doua categorie de încercări se referă mai ales la măsurarea unor caracteristici electrice, şi anume : tg δ, Δ tg δ, curentul de absorbţie, capacitatea sub diverse temperaturi sau sub diverse frecvenţe. Această categorie se mai numeşte categoria de încercări ned structive şi se face o analiză critică a acestor categorii de încercări. În special acest capitol prezintă un bogat material cu rezultatele încercărilor efectuate asupra bobinajelor maşinilor electrice mari.

Ultimul capitol se referă la studiul izolaţiei spirelor. Este important acest studiu întrucît s-a constatat din datele statistice culese din exploatare că circa 22% din numărul total al avariilor statoarelor maşinilor electrice mari se datoresc distrugerii izolaţiei spirelor.

În concluzie se desprind următoarele :

Lucrarea prezintă un foarte bogat material documentar, avînd pentru unele capitole un caracter monografic. De asemenea rezultatele cercetărilor de mai bine de un deceniu ale laboratoarelor Institutului politehnic din Leningrad sînt bine sistematizate şi, mai ales, analizate critic. Pentru constructorii de maşini din ţara noastră aceste date sînt foarte preţioase.

Dacă din punct de vedere electric problema izolaţiei maşinilor electrice este pe larg tratată, în schimb nu se studiază caracteristicile termomecanice ale schemelor de izolaţii. În special, problema conductibilităţii termice a izolaţiei care influenţează direct asupra indicilor tehnico-economici ai maşinilor electrice are o importanţă deosebită.

Mai observăm că schemele de izolaţie moderne folosite în ultimii ani în construcţia maşinilor electrice mari, bazate pe materiale sintetice, nu sînt prezentate în lucrare. Ne referim la sistemele „termalastic", „orlitsa" etc., care sînt larg răspîndite.

Lucrarea este utilă constructorilor noştri de maşini electrice şi, la fel, energeticilor pentru problemele de exploatare a generatoarelor.

A. Bercu

REFERATE

621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.066.001.4 : 621.316.542

Rieder, W. **Aprecierea materialelor de contact pentru aparatele electrice de conectare.** (Die Beurteilung der Kontakt — Werkstoffe für elektrische Schaltgeräte). În : Bull. ASE **53**, nr. 18, 1962, p. 830—840, 17 ref. bibl.

Contactul electric reprezintă una dintre părţile importante ale aparatajului electrotehnic, de buna lui funcţionare depinzînd comportarea aparatului în timp. Pentru acest motiv se analizează în detaliu condiţiile pe care materialele pentru contacte trebuie să le îndeplinească, dîndu-se şi metode pentru a determina caracteristicile cele mai importante.

Nu se poate vorbi de un material de contact „ideal", întrucît cerinţele tehnice care i se impun sînt adesea contradictorii, orice material de contact considerat ca „bun" reprezentînd, practic, un compromis. Alegerea materialului trebuie să se facă în urma analizei sistematice a condiţiilor care se impun materialului de contact, prin parametrii de construcţie şi de funcţionare. În încheiere se prezintă problemele fundamentale rămase nerezolvate în tehnica contactelor.

F.T.

CZ 621.3.087.9 :621.382.3.004 : 621

Gätzizoug. **Convertizoarele de măsură tranzistorizate în întreprinderile de electricitate.** (Les convertisseurs de mesure transistorisés dans les entreprises d'électricité). În : Bull. ASE **53**, nr. 12, 1962, p. 593—598.

Introducerea tot mai frecventă a telemăsurii în sistemele energetice a făcut ca o tot mai largă aplicaţie să aibă convertizoarele de măsură în posturile de transformare, substaţii sau repartizări de sarcină. Principiul de bază se referă la transformarea în curent continuu (proporţional cu valoarea de intrare) a unor sarcini electrice de măsură, ca : puteri active şi reactive, tensiuni sau curenţi. Majoritatea lor funcţionează pe principiul suspendării cuplului. Valoarea de măsurat produce un cuplu motor asupra sistemului mobil care se poate deplasa liber ; un cuplu antagonist produs de curentul de ieşire al aparatului poate compensa cuplul motor. Cînd cele două cupluri sînt egale, sistemul se găseşte în echilibru ; dacă nu este, derivaţia influenţează curentul de ieşire în aşa fel încît sistemul să se echilibreze. Se descrie construcţia convertizorului de măsură şi a părţilor lui componente, insistîndu-se în special asupra sistemului de palpare şi a sistemului de măsură. Rezultatele din exploatare luate de la staţii echipate cu acest aparataj arată o comportare sigură.

F.T.

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.32—81/83.048.1.001.4 : 621.317.333.4

Kozirev, B. I. şi Sargorodski, V. I. **Încercările preventive ale izolaţiei bobinajelor rotoarelor generatoarelor la tensiune ridicată.** (Profilakţiceskie ispitania izoliaţii obmotok rotorov gheneratorov povîşenîh naprajeniem). În : Electriceskie stanţii **34**, nr. 1, ian. 1963, p. 83—85, 2 tabl.

Se descriu metodele de încercare şi se motivează aplicarea unora dintre ele în cazul reparaţiilor generatoarelor cu poli aparenţi. Se arată că izolaţia bobinajelor rotoarelor a fost supusă, în cadrul încercărilor efectuate, unei tensiuni de 1 000 V cu frecvenţa industrială pe timp de un minut, considerînd rotorul imobil. Aplicarea aceleiaşi tensiuni rotorului în mişcare a dus la apariţia punerilor la pămînt. Se discută normele care prevăd limitele de încercare a tensiunii pentru bobinajul rotoarelor şi se propune ca încercările să fie făcute considerînd rotorul imobil şi în mişcare. Tensiunea de încercare experimentată în aceste condiţii a fost de 2 500—3 000 V, fiind aplicată timp de 3—4 min. Aplicarea noilor recomandări pe perioada 1956—1961, la încercarea izolaţiei bobinajelor rotoarelor a 136 de generatoare, s-a soldat cu străpungerea izolaţiei la 39 din cazurile supuse probei. Străpungerea s-a produs, în general, la tensiuni mai ridicate decît 2 kV şi numai în starea mobilă a rotorului. În concluzii autorii arată neajunsurile metodologiei de încercare care se aplică şi recomandă, în cazul încercării izolaţiei bobinajelor rotoarelor cu poli aparenţi ale hidrogeneratoarelor, următoarele măsuri : 1. tensiunea de încercare pentru izolaţia rotoarelor hidrogeneratoarelor la introducerea în reparaţii capitale să fie ridicată pînă la 3 kV, avînd totodată frecvenţa de 50 Hz ; 2. pentru apropierea condiţiilor încercărilor de condiţiile reale de funcţionare a rotorului, probele de încercare trebuie efectuate întîi în stare imobilă, iar apoi să se antreneze rotorul de la turaţia zero pînă la turaţia nominală ; 3. măsurarea rezistenţei de izolaţie înainte de încercarea bobinajului la tensiune ridicată trebuie să se facă cu megohmmetru de 2,5 kV. După efectuarea probelor de încercare a bobinajelor la tensiune ridicată se repetă măsurarea rezistenţei de izolaţie — cu acelaşi aparat — considerînd rotorul în stare imobilă.

A.C.

CZ 621.313.045.13 : 620.197.7

Blümberg ,V. A. şi Hmelinîţkaia, N. E. **Uscarea bobinajelor maşinilor electrice după impregnarea cu lacuri hidroemulsionate.** În : Vestnik elektropromîşlennosti **34**, nr. 5, 1963, p. 11—15, 2 fig.

Timpul consumat pentru uscarea izolaţiei bobinajelor maşinilor electrice la întreprinderile constructoare de maşini reprezintă circa 30%, iar la cele de reparaţii de maşini electrice, circa 50% din ciclul total de fabricare a maşinii.

În prezent, metodele folosite pentru uscarea în cuptoare a izolaţiei maşinilor electrice, impregnată cu lacuri izolante, sînt imperfecte şi dificile. În ultimul timp, pentru lacurile hidroemulsionate, care cunosc o răspîndire largă, deoarece prezintă o refractabilitate absolută contra exploziilor şi incendiilor, a devenit posibilă uscarea prin curent electric.

Sînt cunoscute metodele de uscare a bobinajelor impregnate prin : curenţi de înaltă frecvenţă ; iradiere cu raze infraroşii ; curenţi de scurtcircuit etc.

În toate cazurile, datele cu privire la durata uscării, la calitatea izolaţiei uscate şi la consumul energiei electrice în cazul uscării prin curent sînt considerabil mai bune decît în cazul uscării în cuptoare.

V.G.

CZ 621.313.1.048.1.004.4

Kravcik, E. D. **Măsuri pentru mărirea siguranţei în exploatare a maşinilor electrice.** (Meropriatie po povîşeniu nadejnosti elektriceskih maşin). În : Vestnik elektroprom. **34**, nr. 2, 1963, p. 60—61.

Se analizează pe larg măsurile pentru creşterea duratei de viaţă şi mărirea siguranţei în exploatare a maşinilor electrice. Una dintre măsuri se referă la îmbunătăţirea materialelor electroizolante folosite. Se constată că prin introducerea de materiale de clase superioare cu preţ de cost mai mare, datorită totuşi creşterii temperaturii admisibile de lucru şi măririi duratei de viaţă, se obţine o eficienţă economică considerabilă.

Se pune problema folosirii de materiale siliconice, conductoare emailate cu stabilitate termică mărită, răşini epoxidice pentru impregnarea bobinajelor, materiale pe bază de mică pe suport de sticlă etc.

O atenţie deosebită trebuie dată proceselor tehnologice de deshidratare şi de impregnare a maşinilor electrice.

A.B.

CZ 621.313.1.048.1 :621.315.613.1

Pucikovskii, V. V. **Cu privire la mecanismul străpungerii izolaţiei maşinilor electrice.** (K voprosu o mehanizme proboia izoliaţii elektriceskih maşin). În : Izvestia vîşşih ucebnih zavedenii, seria energhetika, nr. 8, 1962, p. 29—35, 16 ref. bibl.

Se studiază mecanismul străpungerii izolaţiei maşinilor electrice cu schema de izolaţie realizată cu micabandă sau micafoliu. În acest sens s-au ridicat curbele variaţiei parametrilor : tg δ, ε şi ale coeficientului compus $\varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta$ în funcţie

de temperatură şi frecvenţă. Rezultatele experimentărilor arată că, în urma încălzirii, în izolaţia de teacă se produc procese ireversibile care duc la micşorarea factorului tg δ şi la scăderea temperaturii de menţinere la tensiunea de încercare. Aceste observaţii duc la concluzia că străpungerea izolaţiilor de micafoliu şi micabandă are mai curînd caracter electric şi mai puţin termic. În continuare, se fac determinări ale tensiunii de ionizare, adică ale tensiunii la care încep descărcări electrice în interstiţiile de aer din izolaţie. Aceste determinări se fac pe calea măsurării factorului tgδ în funcţie de tensiune. Tensiunea corespunzătoare începutului ionizării se detectează prin creşterea valorii tg δ respective. *A. B.*

CZ 621.313.333—585.3

Neuman, Z. B. **Electromotoare asinerone verticale cu două viteze.** (Dvuhskorostnîie asinhronnîie vertikalinîie dvigateli). În : Vestnik elektropromîşlennosti **33**, nr. 12. 1962, p. 40—43, 3 fig.

Pentru alimentarea cu apă a uzinelor electrice mari cu turbogeneratoare de 200 şi 300 MW se utilizează în prezent pompe axiale, verticale, de serie nouă OP2—OP5. Pentru acţionarea acestor pompe, uzina „Uralelektroapparat" a elaborat o serie nouă de electromotoare asincrone, verticale, în scurtcircuit (serie DVDA). Datorită condiţiilor de exploatare, agregatul pompei se încarcă aproape jumătate din timpul total de lucru cu 50% din putere. În cazul acesta, electromotorul asincron cu o singură viteză lucrează cu un randament şi un factor de putere neeconomic. Prin folosirea electromotoarelor cu două viteze în locul celor cu o viteză se realizează o reducere de 15% a pierderilor de putere. Avantajele în exploatare indicate ale agregatelor de pompe confirmă rentabilitatea aplicării într-o serie de cazuri a electromotoarelor asincrone verticale, cu două viteze, pentru uzinele termoelectrice. *V. G.*

CZ 621.313.333.045.13 : 621.315.53

Karţev, P. K. şi Matinkov, V. E. **Motoare asincrone cu bobinaje de aluminiu, de serie A şi AK, de o putere de 100—1000kW.** (Asinhronnîie dvigateli s aluminievîni obmotkanii serii A i AK moscinostiiu 100—1 000 kW). În : Vestnik elektropromîşlennosti, **33**, nr. 4, 1962, p. 19—21.

Se cunoaşte importanţa care se atribuie înlocuirii cuprului prin aluminiu în bobinajele motoarelor asincrone. Se prezintă rezultatele calculelor motoarelor de serie A şi AK cu puteri de 100—1 000 kW, cu bobinajul de aluminiu. Calculele s-au efectuat în trei variante : 1) se păstrează geometria motoarelor de serie unică A şi AK, bobinajul statorului şi rotorului de aluminiu ; 2) se păstrează geometria statorului, bobinajul statorului — cupru, geometria rotorului — nouă, bobinajul rotorului — aluminiu ; 3) geometria — nouă (optimă), bobinajul statorului şi rotorului — aluminiu.

Analiza variantelor :

1. S-au analizat două posibilităţi : a) păstrarea puterii motoarelor de aluminiu la nivelul puterii motoarelor de cupru ; în acest caz trebuie să crească încălzirea motoarelor şi va scădea randamentul lor ; b) păstrarea încălzirii permanente corespunzătoare clasei A cu scăderea corespunzătoare a puterii.

2. Prin calcule s-a stabilit că indicii pentru maşini din varianta a doua corespund aproximativ celor pentru maşini „de cupru".

3. Calculele s-au efectuat cu păstrarea diametrului exterior (se schimbă matriţa şi lungimea părţii active), precum şi pentru cazul schimbării complete a geometriei părţii active (inclusiv şi a diametrului exterior).

Rezultatele calculelor sînt prezentate în două tabele. Se mai dă un calcul economic de amortizare şi analiza cheltuielilor de investiţii şi cheltuielilor de exploatare. În concluzie, în conformitate cu rezultatele calculelor efectuate sînt posibile două căi de creare a maşinilor cu bobinajele de aluminiu : a) în cazul asigurării indicilor energetici înalţi, maşina creşte în gabaritele sale şi necesită cheltuieli mari de investiţii, însă cu cheltuieli mici de exploatare ; b) în cazul scăderii indicilor energetici, maşina creşte mai puţin în gabaritele sale, prin urmare necesită cheltuieli mai mici de investiţii, însă cu cheltuieli de exploatare mai însemnate.

Alegerea căii depinde de conjunctura condiţiilor, de existenţa sau lipsa resurselor corespunzătoare de materii prime şi de alţi factori. *V. G.*

621.314.6 *Redresoare*

621.314.632.027.8 :669.782

Minkner, R. şi Reinhold, G. **Un redresor de înaltă tensiune echipat cu diode de siliciu.** (Un redresseur à haute tension équipé de diodes au silicium). În : Bull. ASE **53**, nr. 19, 1962, p. 905—907.

După ce se arată că pînă în prezent diodele cu siliciu n-au fost din plin folosite din cauza repartiţiei inegale a tensiunii în lungul lanţului de elemente, se prezintă o instalaţie la care montarea redresoarelor cu siliciu aduce avantaje importante. Trebuie arătat că tensiunea inversă a unei celule de seleniu este de 30 V, în timp ce la noile tipuri de diode de siliciu ea este de ordinul 1 000 V, motiv pentru care în cazul unui redresor cu tensiune inversă de 250 kV în primul caz trebuie 8 430 elemente, iar în al doilea doar 250. De asemenea, pierderile în redresoarele cu siliciu sînt mult mai mici, şi anume în raportul 1/30.

Se prezintă construcţia unui redresor de 200 kV cu diode de siliciu, ale cărui caracteristici sînt : tensiunea nominală reglabilă între 0—200 kV, curentul nominal 0,5 A la 200 kV şi 1 A la 100 kV, ondulaţia $\pm 1\%$. Redresorul a fost conceput după o schemă clasică de legare în punte trifazată. Încercările şi cercetările întreprinse au dovedit că fabricarea redresoarelor de siliciu pentru tensiuni inverse ridicate este posibilă ; se impune construcţia redresoarelor echipate cu diode de siliciu pentru tensiuni şi puteri mai ridicate, către care tinde dezvoltarea tehnicii actuale. *F. T.*

621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.315.615.2 : 546.21

Antonov, N. E. şi Prudnikova, T. **Exploatarea uleiului de transformator cu antioxidanţi.** (Ekspluataţia transformatornovo masla s antiokisliteliami). În : Energhetik **11**, nr. 4, 1963, p. 20—21, 2 fig., 4 tab.

Pentru împiedicarea proceselor de oxidare a uleiurilor de transformatoare, în ultima vreme se folosesc aşa-zişii inhibitori sau antioxidanţi. Se prezintă rezultatele experimentărilor cu antipirină, piramidon şi paraoxildifenilamină.

Într-un sistem energetic din U.R.S.S. s-au experimentat 68 t ulei de transformator cu adaos de piramidon. Condiţiile de lucru ale transformatoarelor experimentate erau identice. Piramidonul se introducea în ulei după filtrare. Rezultatele au arătat eficienţa acestei metode. Astfel, la un transformator de 1 800 kVA, în care s-au introdus 0,03% piramidon, indicele de aciditate de 0,05 mg KOH, după patru ani de exploatare, a rămas practic neschimbat. La acelaşi tip de transformator în care nu s-a adăugat piramidon, indicele de aciditate a crescut substanţial. Este de menţionat că nu toate uleiurile de transformator sînt susceptibile de a fi tratate cu piramidon şi, de aceea, se fac în prealabil probe corespunzătoare.

În concluzie se arată că folosirea piramidonului în calitate de antioxidant este indicată, spre deosebire de antipirină care, practic, nu îmbunătăţeşte caracteristicile uleiurilor de transformatoare. *A. B.*

CZ 621.315.616.96 :537.312.6

Mitrosicev, N. V. **Studiul materialelor electroizolante pe bază de răşini epoxidice la temperaturi ridicate.** (Issledovanie elektroizolaţionnih materialov na osnove epoksidnih smol pri promişnnih temperaturah). În : Izvestia vîşşih ucebnih zavedenii, seria energhetika, nr. 8, 1962, p. 36—42, 5 ref. bibl., 5 fig.

În lucrare se prezintă studiul unui amestec de răşini epoxidice în funcţie de procentajul de întăritor (metafenilendiamină), regimul de întărire şi de îmbătrînire. Se constată că, pînă la temperatura de 120—130°C, întăritorul nu are influenţă substanţială asupra caracteristicilor amestecului de răşină. Peste 130°C se constată valorile minime ale factorului de pierderi (tg δ) şi ale permitivităţii relative (ε). Se

prezintă variaţia parametrilor ε şi tg δ (sub $f = 1$ kHz) în funcţie de conţinutul de întăritor. În altă diagramă se prezintă variaţia mărimilor ε_r, tg δ şi ρv în funcţie de conţinutul de umplutură a unui amestec întărit cu 8,2%, la temperatura de 200°C (timp de cinci ore). Se constată că mărirea proporţiei de umplutură în amestec duce la creşterea valorilor ε_r şi tg δ şi, în acelaşi timp, la scăderea valorii ρv, adică la înrăutăţirea caracteristicilor dielectrice. Cu proporţii mari de umplutură s-a ajuns la valori ale valorii ε_r pînă la 22—30.

A.B.

621.316.3/9 *Aparataj electric*

CZ 621.316.722.9 : 621.313.223

Gluhov, V. P. şi Şmidt, R. K. **Alegerea parametrilor regulatorului combinat pentru generatoare cu viteza variabilă de rotaţie.** (Vîbov parametrov kombinirovannovo reguleatora dlia gheneratorov s peremennoi skorostiiu vraşcenia). În : Vestnik elektropromîşlennosti **33**, nr. 11, 1962, p. 50—55, 6 fig.

În unele cazuri, de exemplu pentru asigurarea regimului normal de lucru al unor baterii de acumulatoare, trebuie să se regleze tensiunea generatorului după o anumită lege, în limite destul de largi. În articol se analizează metodica de alegere a parametrilor fundamentali ai regulatorului combinat de tensiune, care asigură legea propusă de reglare. Un dispozitiv de măsurare (traductor) semnalizează cantitatea gazului degajat la încărcarea acumulatorului. Semnalul sporeşte la degajarea mică a gazului şi scade la degajarea mare. Cînd caracteristicile traductorului sînt cunoscute, atunci calculul regulatorului se reduce la alegerea parametrilor fundamentali ai dispozitivelor de amplificare şi compoundare. Urmează un exemplu de calcul.

V.G.

CZ 621.316.923.2.002.2

Bolleter, H. **Probleme constructive şi posibilităţi de aplicare a aparatelor de protecţie — siguranţe fuzibile.** (Konstruktionsprobleme und Einsatzmöglicheiten von Apparateschutz-Schmelzensätzen). În : Bull. ASE **53**, nr. 12, 1962, p. 585—593, 4 ref. bibl.

Întrebuinţarea tot mai frecventă a siguranţelor fuzibile în ultimii ani, pentru protecţia aparatelor electronice, a impus studierea amănunţită a legilor de funcţionare şi apariţia unor noi tipuri de siguranţe (de exemplu, siguranţele pentru protecţia redresoarelor cu siliciu). Datorită faptului că cerinţele care se impun siguranţelor fuzibile au devenit tot mai severe, au trebuit elaborate noi materiale ale căror caracteristici de fuziune să poată fi cu precizie determinate. Se arată care sînt problemele cele mai dificile în ceea ce priveşte fabricarea siguranţelor şi cum condiţiile impuse în ceea ce priveşte caracteristica de fuziune sau durata de viaţă pot fi satisfăcute. O mare importanţă are, în rezolvarea problemei, studierea produsului I^2t la siguranţa şi la aparatul pe care urmează să-l protejeze. Se descriu caracteristicile siguranţelor realizate ca şi calculul matematic care a stat la baza dimensionării lor.

F.T

621.319 *Aplicaţiile electrostaticii*

CZ 621.319.3.001.6

Jolivet, P. **Asupra cercetării în legătură cu perfecţionările maşinilor electrostatice.** (Sur la recherche de perfectionnement relatif aux machines électrostatiques). În : Rev. gén. électr. **47** (72), nr. 1, 1963, p. 27—42, 26 fig.

Se arată pe scurt aplicaţiile industriale ale maşinilor electrostatice a căror tensiune este mai mare decît 100 kV şi direcţiile în care trebuie orientate cercetările în vederea perfecţionării maşinilor electrostatice. Există trei probleme importante : a mediului în care funcţionează maşina, a comutaţiei şi a excitaţiei.

Se face o scurtă expunere a teoriei maşinii cu rotorul izolant, arătîndu-se rolul ecranului electrostatic cu cîmp tangenţial şi se ajunge la teoria ciclului perfect reversibil. Se indică perfecţionări şi trei soluţii noi în problema comutaţiei, arătîndu-se că problema excitaţiei poate fi rezolvată în două moduri cu posibilităţi de simplificare.

L.V.

621.319.4 *Condensatoare*

CZ 621.315.616.96 : 621.319.42 (47)

Bagalei, I. V. **Dielectrici subţiri anorganici folosiţi în construcţia condensatoarelor de forţă.** În : „Dezvoltarea construcţiilor de condensatoare de forţă". Moscova, 1962, p. 117—127,2 fig., 20 ref. bibl.

Se pune problema înlocuirii hîrtiei ca dielectric în construcţia condensatoarelor de forţă. S-a realizat în U.R.S.S. un material pe bază de mică sluidoplast cu grosimea între 20 şi 40 microni. Rigiditatea dielectrică este între 24 şi 45 kV/mm ; $\rho v = 10^{14}\ \Omega$ cm ; ε la 20°C = 39 ; ε la 460°C = = 3,7 ; tg δ = 0,01—0,03 ; temperatura de regim, pînă la 400°C. Acest material necesită să fie impregnat. Se studiază folosirea acestui material în construcţia condensatoarelor de forţă.

Folia de sticlă, specială pentru condensatoare cu grosimea de 15 μ, omogenă şi cu caracteristici dielectrice superioare : $\varepsilon = 8{,}4$; tg $\delta = 5 \cdot 10^{-4}$; Tk $\varepsilon = +\ 140 \cdot 10^{-6} \frac{1}{°C}$, a fost realizată în S.U.A. de firma Korning. În U.R.S.S. au fost realizate astfel de folii de sticlă cu grosimi între 20 şi 100 microni, cu următoarele caracteristici : Estr = 500 kV/mm ; ε = 8—9 la 50 Hz ; ε = 7,5 la $f = 10^4$ kHz ; tgδ = 6.10^3 la $f = 10^4$ kHz. Dezavantajele acestor folii de sticlă sînt : o oarecare neomogenitate a grosimii în special la margini, prezenţa mare de incluziuni şi, în fine, insuficienta elasticitate. Se lucrează la realizarea unei benzi mai elastice. Se apreciază că greutatea specifică a condensatoarelor realizate cu astfel de benzi de sticlă ar fi de circa patru ori mai mică decît a condensatoarelor cu hîrtie. Afară de aceste avantaje economice, se presupune şi o îmbunătăţire a caracteristicilor tehnice, respectiv stabilitatea termică şi electrică mai bună.

Se studiază şi condensatoarele cu dielectricul realizat pe calea oxidării aluminiului.

A.B.

CZ 621.319.42 : 621.315.616.96 (47)

Ginzburg, E. L. **Condesatoare de forţă cu folii sintetice.** În „Dezvoltarea construcţiilor de condensatoare. Culegere de articole". Moscova, 1962, p. 148—160, 8 fig., 10 ref. bibl.

Pentru condensatoarele de forţă lucrînd la frecvenţe medii, dielectricul poate fi de două tipuri : hîrtie impregnată în ulei mineral sau folii sintetice, în special polistirol. În primul caz, datorită pierderilor dielectrice mari pe unitatea de volum, răcirea este artificială, şi anume prin circulaţia apei în mantaua cuvei. Aceasta aduce complicaţii constructive şi mai ales de exploatare. În plus, pierderile dielectrice duc la un consum important de energie activă în exploatare, ceea ce are un efect economic negativ. Cea de-a doua soluţie, mai modernă, foloseşte polistirolul impregnat în uleiuri minerale speciale sau în lichide sintetice clorurate de tipul klophen sau sovol. Economicitatea acestor condensatoare este mai mare în domeniul frecvenţelor mai mari, respectiv 20—50 kHz. Se consideră că, prin scăderea preţului polistirolului şi îmbunătăţirea unor caracteristici termomecanice, polistirolul va putea fi extins şi în construcţia condensatoarelor pentru îmbunătăţirea factorului de putere. Avantajele ar fi mari, datorită pierderilor mult mai mici, respectiv tg $\delta = (2-5) \cdot 10^{-4}$ faţă de $(2-4) \cdot 10^{-3}$ la condensatoarele cu hîrtie şi ulei.

A.B.

CRONICĂ

CZ 061.3:621.312 ISPE (498) „3.1963"

A III-a sesiune de comunicări tehnico-științifice a Institutului de studii și proiectări energetice, martie 1963

În zilele de 7 și 8 martie 1963 s-au desfășurat în București lucrările celei de-a III-a sesiuni de comunicări tehnico-științifice a Institutului de studii și proiectări energetice. La această sesiune au fost prezentate 85 de referate în care au fost arătate cele mai importante realizări tehnice și științifice obținute în anul 1962 de proiectanții institutului, în toate domeniile producerii, transportului și distribuției energiei electrice (centrale termoelectrice, uzine hidroelectrice, rețele și sisteme electrice).

Datorită numărului mare de comunicări și a specificului lor foarte variat, lucrările sesiunii s-au desfășurat pe cinci secții de specialitate :

— Secția I — Sisteme energetice : 14 referate.

— Secția a II-a — Partea electrică a instalațiilor electroenergetice :30 referate.

— Secția a III-a — Partea termomecanică a instalațiilor electroenergetice și de termoficare : 15 referate.

— Secția a IV-a — Instalații hidroelectrice : 13 referate.

— Secția a V-a — Construcții : 13 referate.

La consfătuire a participat un număr de invitați din M.M.E.E. și întreprinderile dependente (F.C.M.E., I.C.H.B., U.P.D.E., I.R.M.E. și Întreprinderile regionale de electricitate), Institutul de energetică al Academiei R.P.R., institutele de învățămînt superior, C.S.P., fabricile constructoare de echipament energetic etc.

Pe marginea majorității referatelor prezentate s-au purtat interesante și ample discuții, care au contribuit la precizarea unor probleme științifice, tehnice și economice și au scos în evidență aspectele mai interesante și mai actuale ale subiectelor tratate.

A fost premiat un număr de 15 referate (cîte trei pentru fiecare secție de specialitate).

În general, lucrările acestei sesiuni au arătat importantele progrese realizate în domeniul concepției energetice, atît în tratarea de ansamblu a problemelor complexe, cît și în direcția specializării pe probleme de detaliu. În același timp a rezultat o remarcabilă intensificare a preocupării proiectanților din I.S.P.E. pentru problemele de cercetare și de introducere a soluțiilor moderne.

Dintre referatele prezentate în cadrul secției de sisteme energetice se menționează următoarele, legate mai strîns de specialitatea electrotehnică.

În referatul intitulat *„Cele patru concepte fundamentale ale „analizei nodale". Schema REI — echivalent generalizat"*, tov. ing. P. Dimo realizează o sintetizare a conceptelor fundamentale care duc la obținerea schemei REI (radial, echivalent, independent), de structură topologică tip, utilizată generalizat în analiza nodală propusă de autor și permit în același timp formarea unei imagini tip a fenomenelor bazate pe curenții de scurtcircuit. Se arată apoi diferitele căi matematice prin care calculatorul numeric determină mărimile corespunzătoare schemelor REI și imaginilor grafice respective. De remarcat că echivalentul astfel obținut din calculul unui singur regim poate fi utilizat în numeroase alte situații, fără a mai fi necesar să se calculeze regimurile corerpunzătoare. Această schemă REI se utilizează generalizat pentru toate categoriile de probleme ale sistemelor electroenergetice și pentru stabilirea fenomenelor în orice punct al rețelei lor.

Cu privire la problema folosirii mașinilor electronice de calcul în studiul sistemelor energetice se menționează raportul *„Rezultate obținute cu calculatoarele numerice CIFA în studiul stabilității dinamice în sistemul energetic al R.P.R."*, prezentat de tov. ing. P. Iancovici, M. Bogan și B. Ungureanu, în care se arată rezultatele unor studii asupra regimurilor dinamice, folosind ca metodă de calcul analiza nodală combinată cu calculatoarele electronice CIFA. Întrucît în acest fel se poate analiza în detaliu evoluția unor fenomene tranzitorii rapide, au putut fi studiate o serie de probleme speciale :

— determinarea capacității de transport, în diferite situații, a liniilor de interconexiune R.P.R. — R.S.C. și R.P.R. — R.P.B. ;

— determinarea influenței avariilor din rețeaua de 110 kV a R.P.R. asupra stabilității dinamice a transportului pe liniile de interconexiune ;

— determinarea parametrilor necesari reglajului frecvență-putere (statism și timp de lansare) ;

— influența sarcinii reactive a generatoarelor asupra comportării lor în regim dinamic.

Tot în legătură cu calculatoarele numerice, tov. C. Sufrim, în raportul *„Metoda de calcul a rețelelor buclate"*, prezintă o metodă iterativă pură în care, în locul unei programări pe baza unui calcul matricial (de periodicitate strictă), se folosește un calcul cvasiperiodic. Aceasta reduce considerabil timpul de lucru al calculatoarelor cifrice și memoria necesară, mărind posibilitățile de folosire a calculatoarelor CIFA de care dispunem în momentul de față. De asemenea, se propune utilizarea unui coeficient de accelerare variabil, a cărui valoare depinde de stadiul calculului, adică de iterația la care s-a ajuns.

Un interesant referat a fost prezentat de tov. ing. P. Cartianu : *„Elementele matricial-topologice pentru studiul unitar al rețelelor electrice"*.

În scopul unei tratări unitare sînt prezentate proprietățile elementelor de circuit liniare reciproce, nereciproce și antireciproce cu care poate fi satisfăcută cea mai mare parte a problemelor pe care le pun rețelele electrice.

Structura geometrică variată a rețelelor, constituită cu asemenea elemente de circuit, este examinată din punctul de vedere al condițiilor de invarianță topologică. Ca urmare, se introduc matricele de conexiuni. Exprimînd astfel algebric legăturile geometrice dintre elementele de circuit de tipurile menționate, apare posibil un automatism al calculelor, favorabil folosirii calculatoarelor rapide.

Matricele de conexiune, permițînd raportarea elementelor rețelei la sisteme referențiale, duc la folosirea tensorilor ; aceste matrice, mai avînd proprietatea de ordonare a parametrilor rețelei, permit regăsirea legilor lui Kirchhoff. Plecînd de la legea lui Ohm generalizată, folosirea matricelor de conexiune duce la deducerea ecuațiilor de echilibru la noduri și a ecuațiilor de echilibru ale buclelor. În baza acestui sistem de relații dedus pe cale matricială topologică sînt dezvoltate cele două feluri de probleme care se pun în analiza rețelelor : stabilirea răspunsului și stabilirea parametrilor energetici.

În vederea stabilirii răspunsului unei rețele sînt definite și deduse analitic variatele imitanțe, cum și factorii de transfer. Deosebit de această cale, folosind în special elementul arbore, se dezvoltă o metodă topologică pentru determinarea imitanțelor, ușor aplicabilă rețelelor reciproce, nereciproce și antireciproce.

Cealaltă problemă de analiză, stabilirea parametrilor energetici, este tratată numai matricial, deducîndu-se pentru rețele cu elemente reciproce relațiile principale în cazul cel mai general.

Transformările topologice imaginate, dintre care aceea a ing. P. Dimo apare cea mai ingenioasă, simplifică obținerea rezultatelor și dau expresivitate desfășurării analizei.

Dintre referatele cu specific electrotehnic prezentate în cadrul secției partea electrică a instalațiilor electroenergetice se menționează raportul *„Analiza principalilor parametri ai aparatajului de înaltă tensiune pentru instalațiile electroenergetice, necesar a fi asimilat de industria electrotehnică"* al tov. ing. D. Voinea și J. Sfartz.

Autorii analizează principalii parametri electrici rezultînd din configuraţia sistemului electroenergetic actual şi în perspectivă, ţinînd seamă de regimurile de funcţionare normal şi excepţional. Se expun condiţiile de instalare şi de întreţinere rezultate din soluţiile constructive şi din modul de exploatare.

Lucrarea are ca scop să prezinte constructorilor de aparataj cerinţele constructorilor de instalaţii electroenergetice şi ale exploatării în vederea măririi siguranţei, simplificării operaţiilor de întreţinere, reducerii costului instalaţiilor. Aceste obiective pot fi atinse numai dacă se dispune de aparataj corespunzător.

Cu privire la aparatele necesare pentru realizarea instalaţiilor aferente circuitelor secundare, tov. ing. C. Negreanu şi M. Popa au prezentat referatul „*Soluţii moderne în construirea camerelor de comandă electrice ale centralelor şi staţiilor, şi posibilităţi de aplicare în R.P.R.*".

Extinderea continuă a instalaţiilor energetice a determinat creşterea costului camerelor de comandă şi a dimensiunilor lor, acestea din urmă ducînd la dificultăţi de exploatare; de aceea, în ultimii ani s-au căutat soluţii care să permită reducerea costului şi a dimensiunilor. Aceste soluţii sînt: reducerea dimensiunilor aparatajului de măsură, semnalizare şi comandă, adoptarea sistemelor de măsură şi comandă cu preselecţie, precum şi utilizarea tehnicii curenţilor slabi. Noile soluţii tehnice apar din ce în ce mai des în literatura de specialitate.

În lucrare sînt trecute în revistă realizările din străinătate în acest domeniu. Se studiază apoi sub aspect tehnic şi economic posibilitatea aplicării lor în R.P.R.

În referatul „*Folosirea maselor epoxidice în industria electrotehnică şi pe şantierele de montaj ale staţiilor electrice*", tov. ing. I. Pop arată compoziţia chimică şi proprietăţile maselor plastice din răşini epoxidice folosite în industria electrotehnică. Se arată, de asemenea, tehnologia folosirii maselor epoxidice la lucrările de montaj în staţii: lipirea metalelor, izolarea pieselor bune conducătoare prin inserţie în mase epoxidice, turnarea cutiilor terminale, placă de borne pentru motoare electrice, lipirea cornierelor, plăci de trecere etanşe etc. Se dau exemple de utilizare a maselor epoxidice în străinătate şi la noi în ţară.

*

În continuare se dă lista tuturor referatelor ţinute în cadrul sesiunii:

SECŢIA I

Sisteme energetice

1. Ing. *P. Dimo*: Cele patru concepte fundamentale ale analizei nodale. Schema REI — echivalent generalizat.
2. Ing. *G. Manolescu*: Utilizarea calculatoarelor numerice la studiul sistemelor energetice. Stadiul actual şi perspective.
3. Ing. *P. Iancovici*, ing. *M. Bogan* şi ing. *B. Ungureanu*: Rezultate obţinute cu calculatoare numerice CIFA în studiul stabilităţii dinamice în sistemul energetic al R.P.R.
4. *C. Sufrim*: Metodă de calcul al reţelelor buclate.
5. Ing. *L. Groza*: Alegerea metodei de determinare a parametrilor reţelelor în funcţie de exactitatea necesară.
6. Ing. *P. Iancovici* şi ing. *B. Ungureanu*: Evaluarea diferenţelor de pierderi de putere rezultate în sistemul energetic R.P.R. pentru diverse amplasamente ale unui mare consumator.
7. Ing. *P. Cartianu*: Elementele matricial-topologice pentru studiul unitar al reţelelor electrice.
8. Ing. *E. Costin*, ing. *G. Grigoriu* şi ing. *M. Constantinescu*: Schemă nouă pentru reţele de distribuţie urbană de medie tensiune (6—10 kV).
9. Ing. *M. Constantinescu*: Aprecierea cantitativă a calităţii energiei electrice.
10. Ing. *L. Groza* şi ing. *P. Iancovici*: Considerente asupra calităţii reglajului frecvenţă-putere.
11. Ing. *M. Gheorghiu*, ing. *D. Aldea* şi ing. *M. Bogan*: Contribuţii în problema alegerii soluţiei de instalare a unui compensator sincron sau a unei baterii de condensatoare.
12. Ing. *M. Ciobanu*, ing. *Gh. Moraite* şi ing. *St. Hückert*: Aspecte privind regimurile de funcţionare a motoarelor sincrone mari (peste 2 000 kW) alimentate din sistemul energetic.
13. Ing. *E. Costin*: 20 kV, tensiunea de perspectivă pentru electrificarea rurală a R.P.R.
14. Ing. *G. Grigoriu* şi tehn. *N. Ionescu*: Sondajele statistice la consumatori, metodă de determinare a evoluţiei consumului de energie electrică.

SECŢIA A II-a

Partea electrică a instalaţiilor electroenergetice

1. Ing. *V. I. Nitu*: Alegerea schemelor electrice ale centralelor de mare putere din punctul de vedere economic şi al siguranţei în exploatare.
2. *Ing. M. Nistor*: Alegerea schemelor de conexiuni la centralele electrice de tip industrial.
3. Ing. *D. Voinea* şi ing. *J. Sfartz*: Analiza principalilor parametri ai aparatajului de înaltă tensiune pentru instalaţiile electroenergetice, necesar a fi asimilat de industria electrotehnică.
4. Ing. *N. Trocan*: Simplificarea calculului de alegere a bateriei de acumulatoare utilizate la centralele electrice.
5. Ing. *V. Corlăţeanu*: Tendinţe noi în proiectarea şi construirea maşinilor sincrone de putere mare.
6. Ing. *V. Corlăţeanu* şi ing. *Z. Murgu*: Utilizarea generatorului asincron în microcentrale.
7. Ing. *E. Constantinescu*, ing. *D. Voinea* şi ing. *B. Stoleru*: Stadiul actual al tipizării şi industrializării staţiilor de transformare.
8. Ing. *I. Jdanov* şi ing. *T. Dobrin*: Realizări constructive în R.P.R. privind staţiile interioare de 110 kV şi tendinţele de viitor.
9. Ing. *I. Jdanov* şi ing. *E. Chirică*: Problemele extinderii şi reconstruirii staţiilor de transformare.
10. Ing. *Th. David* şi ing. *N. Grosu*: Unele probleme de proiectare a staţiilor de transformare în lumina prescripţiilor din diferite ţări.
11. Ing. *C. Negreanu* şi ing. *M. Popa*: Soluţii moderne în construirea camerelor de comandă electrice ale centralelor şi staţiilor, şi posibilităţi de aplicare în R.P.R.
12. Ing. *Gh. Dumitriu* şi ing. *N. Petre*: Soluţii noi utilizate în ţară privind construirea staţiilor de 6 kV cu reactoare.
13. Ing. *C. Ivan* şi ing. *V. Nonea*: Soluţii constructive pentru staţii de 110 kV pe teren redus.
14. Ing. *P. Raşcu*: Primele staţii de 220 kV în R.P.R.
15. Ing. *I. Pop*: Folosirea maselor epoxidice în industria electrotehnică şi pe şantierele de montaj ale staţiilor electrice.
16. Tehn. *A. Thuma*: Probleme privind semnalizarea preventivă în curent alternativ operativ.
17. Ing. *D. Romanescu*: Sistem de semnalizare preventivă cu aparataj romînesc pentru camerele de comandă.
18. Ing. *D. Mark*: Aspecte noi ale protecţiei împotriva supratensiunilor atmosferice ale liniilor de foarte înaltă tensiune.
19. Ing. *Gh. Moraite*: Măsuri pentru îmbunătăţirea protecţiei prin relee rezultate din analiza regimurilor dinamice provocate de avarii caracteristice.
20. Ing. *P. Columbeanu*: Probleme în legătură cu proiectarea protecţiei prin relee şi automaticii primelor linii de 220 şi 400 kV din R.P.R.
21. Ing. *S. Marcu*: Soluţii preconizate pentru transmiterea informaţiilor în proiectul dispecerului naţional.
22. Ing. *S. Marcu*, ing. *D. Ioanin* şi ing. *A. Boboc*: Principiile de realizare a comunicaţiilor telefonice pentru dispecerul naţional.
23. Ing. *G. Bardan*: Automatizarea centralelor electrice de mică putere.
24. Ing. *E. Constantinescu* şi ing. *S. Nunweiler*: Stabilirea coeficienţilor optimi de siguranţă pentru liniile electrice aeriene.
25. Ing. *C. Petrescu*, ing. *S. Nunweiler* şi ing. *D. Artănescu*: Realizări în domeniul tipizării stîlpilor de beton centrifugat pentru linii electrice aeriene de energie.
26. Ing. *P. Militaru* şi ing. *C. Ţencu*: Procedee folosite pentru creşterea capacităţii de transport a reţelelor electrice rurale de medie tensiune.

27. Ing. *P. Militaru*, ing. *C. Ţencu*, ing. *D. Hristea* şi ing. *O. Macovei*: Rezultate tehnice şi economice ale tipizării reţelelor de distribuţie de înaltă şi joasă tensiune din mediul rural.

28. Ing. *P. Militaru* şi ing. *I. Cocora*: Caracteristicile termice ale solului şi încărcarea electrică a cablurilor.

29. Ing. *N. Borza* şi ing. *E. Bolki*: Realizarea primilor suporţi de tip portal ancorat din beton centrifugat precomprimat, pentru o linie electrică aeriană de 400 kV din R.P.R.

30. Ing. *O. Macovei*: Considerente în legătură cu problema preţurilor ferme la linii electrice aeriene de 6 şi 15 kV, la posturile de transformare de tip rural şi la staţiile de transformare de 110 şi 35 kV.

SECŢIA A III-a

Partea termomecanică a instalaţiilor electroenergetice şi de termoficare

1. Ing. *C. I. Staicu*: Relaţii noi în studiul pulverizării fluidelor.

2. Ing. *A. Joseanu*: Dozatoare de reactivi pentru tratarea apei.

3. Ing. *A. Nicu*: Coroziunea corpurilor de fum.

4. Ing. *I. Săndulescu* şi ing. *Gr. Halus*: Impurificarea atmosferei cu substanţe nocive evacuate de centralele electrice de cărbune.

5. Ing. *A. Taloş* şi ing. *P. Medeşan*: Înlocuirea materialului lemnos cu azbociment în turnurile de răcire.

6. Ing. *D. Popescu*: Coroziunea metalelor în condiţii atmosferice tropicale şi soluţii de tropicalizare.

7. Ing. *A. Florescu*: Rolul pompelor de căldură în economisirea combustibilului şi în valorificarea resurselor energetice secundare.

8. Ing. *M. Cuza* şi ing. *E. Bran*: Considerente asupra transpunerii calculului de rezistenţă a conductelor la maşinile electronice existente în ţară.

9. Ing. *M. Tenescu*: Metodă grafică pentru calculul schimbătoarelor de căldură la diverse regimuri de funcţionare.

10. Ing. *N. Mirea*: Folosirea maşinilor electronice de calculat în centralele termoelectrice.

11. Ing. *D. Giurgea* şi ing. *R. Neş*: Folosirea în centralele electrice de termoficare a compresoarelor de abur cu jet.

12. Ing. *H. Furtunescu*: Stadiul termoficării în R.P.R. faţă de nivelul tehnicii mondiale.

13. Ing. *M. Voinea*, ing. *M. Beldiman* şi ing. *A. Ghederim*: Eficienţa economică a renunţării la izolaţia termică a conductei de întoarcere la reţelele de termoficare cu apă fierbinte amplasate în canal.

14. Ing. *I. Săndulescu*, ing. *Gr. Halus* şi ing. *V. Neaţu*: Tendinţe noi în realizarea gospodăriilor de combustibil la centralele electrice.

15. Ing. *H. Cuşută*: Proiect tip de centrală industrială cu echipament din ţară.

SECŢIA A IV-a

Instalaţii hidroelectrice

1. Ing. *B. Borisevici*: Execuţia mecanică a galeriilor hidrotehnice în rocă slabă.

2. Ing. *A. Stănucă*: Automatizarea exploatării centralelor pe canale.

3. Ing. *S. Cristescu*: Fisuri şi crăpături în construcţii masive de beton armat.

4. Ing. *I. Băiceanu*: Analiza tehnico-economică a stavilelor şi vanelor de diferite tipuri proiectate în I.S.P.E.

5. Ing. *A. Ioan* şi ing. *I. Ionescu*: Linia de puţuri CET—Ploieşti. Proiectare, execuţie şi exploatare.

6. Ing. *S. Căciulescu*: Injectarea rosturilor de contracţie ale barajelor în arc.

7. Ing. *V. Guja*: Stadiul actual şi posibilităţi de îmbunătăţire în proiectarea centralelor hidroelectrice.

8. Ing. *A. Mazilu*: Calculul economic al aducţiunilor cu scurgere liberă.

9. Ing. *A. Diacon* şi ing. *A. Petcu*: Urmărirea deformaţiilor la construcţiile hidrotehnice.

10. Ing. *Gh. Opriş*: Stadiul actual al dezvoltării agregatelor pentru uzine de acumulare prin pompaj.

11. Ing. *F. Scovorţov*: Dimensionarea ecluzelor la amenajările de pe Dunăre. Determinarea capacităţii de trafic şi etapizarea execuţiei.

12. Ing. *M. Georgescu*: Presiunea interstiţială în roce şi importanţa ei în proiectarea fundaţiilor barajelor de beton.

13. Ing. *M. Popescu*: Calculul barajelor în arc prin metoda deformaţiilor radiale.

SECŢIA A V-a

Construcţii

1. Ing. *I. Osiceanu* şi ing. *I. Ghergu*: Proiectarea şi executarea din prefabricate de beton armat a clădirii epurării chimice de la CET III suflante Hunedoara.

2. Ing. *D. Radu*: Calculul fundurilor de recipienţi sub presiune.

3. Arh. *C. Călinescu*: Panouri mari prefabricate pentru construcţii industriale.

4. Arh. *V. Păunescu* şi arh. *E. Ciortan*: Realizarea clădirilor de staţii din elemente prefabricate.

5. Ing. *V. Calcan* şi ing. *R. Cărare*: Încălzirea prin radiaţie cu panouri de înaltă temperatură.

6. Ing. *M. Duminicatu*: Contribuţii la studiul fenomenului de îngheţare a conductelor de alimentare cu apă.

7. Ing. *V. Stamo* şi ing. *M. Stoian*: Degajările de căldură şi abur din interiorul sălilor de maşini şi cazane la CET şi CTE privite sub aspect economic şi al condiţiilor de microclimat.

8. Ing. *A. Vaicum*: O nouă metodă de calcul pentru fundaţiile stîlpilor LEA (studii experimentale).

9. Ing. *N. Borza*: Probleme de statică neliniară cu aplicaţii în proiectarea unor construcţii energetice.

10. Ing. *O. Nedelcu*: Cadre plane cu bare ortogonale solicitate perpendicular pe plan.

11. Arh. *A. Doicescu*: Probleme de arhitectură legate de introducerea materialelor şi sistemelor constructive noi.

12. Ing. *T. Gereb*: Contribuţii la calculul frecvenţelor proprii şi amplitudinilor oscilaţiilor fundaţiilor de maşini în cadre.

13. Ing. *V. Apostolescu*: Probleme ale calculului construcţiilor pe mediu elastic.

Ing. E. Constantinescu

CZ 061.3 : 621.315.616.3(498.11)

Utilizarea prafurilor de presare

Consiliul Local al Sindicatelor din oraşul Bucureşti — Comisia inginerilor şi tehnicienilor a organizat în ziua de 28 mai 1963 o şedinţă de comunicări tehnico-ştiinţifice cu tema : „Utilizarea prafurilor de presare".

În prezenţa unui numeros auditoriu care a demonstrat actualitatea şi interesul pentru tema tratată, s-au prezentat trei comunicări elaborate de către colective de cercetători din cadrul Institutului de cercetări electrotehnice, şi anume :

1. — Ing. *E. Pîrligras*, ing. *Gr. Nicola* : „Prafuri noi de presare pentru industria electrotehnică. Compoziţie şi proprietăţi".

Ca referent, tov. ing. *Pîrligras*, a demonstrat avantajele pe care le prezintă utilizarea în industria electrotehnică a două noi prafuri de presare, cercetate şi realizate la ICET : unul din răşină fenolformaldehidică modificată cu răşină epoxidică şi altul din răşină melaminică, ambele cu umplutură din fire de sticlă. Praful de presare fenolformaldehidic se recomandă pentru piese care sînt solicitate intens mecanic, electric şi termic, iar praful de presare melaminic este indicat pentru realizarea de piese cu bună rezistenţă la arcul electric şi la umiditate.

2. Ing. *C. Antohi*, ing. *M. Nicolae*, economist *A. Banea* : „Prelucrarea prafurilor de presare în întreprinderile electrotehnice".

Referentul, tov. ing. *C. Antohi*, după ce a arătat principalele direcţii de dezvoltare a tehnologiei de prelucrare a prafurilor de presare, a demonstrat că în condiţiile existente în industria electrotehnică este avantajos ca la fiecare 200 tone forţă de presare instalată să se folosească un generator de înaltă frecvenţă cu o putere de 2,5—3 kVA (frecvenţa de lucru 17—22 MHz). O asemenea dotare permite mărirea producţiei de piese presate cu peste 50% fără a fi necesară instalarea de noi prese şi de asemenea fără a se mări spaţiile de lucru folosite în prezent. Pe lîngă aceasta, generalizînd preîncălzirea cu înaltă frecvenţă a prafurilor de presare se va realiza un progres important în ceea ce priveşte calitatea produselor respective. Pentru ca presele moderne cu care au fost dotate în ultimii ani atelierele de presare din industria electrotehnică să dea un randament cu 200-300% mai mare decît în prezent, este necesar a se lua o serie de măsuri organizatorice. Problema cheie este realizarea de scule, matriţe şi dispozitive de mare randament.

Eficacitatea economică maximă se poate obţine prin concentrarea producţiei de matriţe şi scule de presare într-un singur atelier mare de sculărie, dotat cu utilajul corespunzător şi care, producînd scule durabile cu dimensiuni tipizate şi cu multe cuiburi, va aduce pe lîngă creşterea de 2—3 ori a productivităţii muncii şi o importantă reducere a preţului de cost al produselor finite. Investiţiile necesare iniţial se amortizează în mai puţin de un an. Pentru a se obţine un salt calitativ în ceea ce priveşte productivitatea muncii este necesar de asemenea să se acorde o atenţie mai mare ca pînă în prezent pregătirii cadrelor de tehnicieni şi de muncitori din atelierele de presaj.

3. Chim. *E. Stănescu*, dr. *I. Pitiş*, *M. Antoniu* : „Comportarea în condiţii climatice speciale a prafurilor de presare fenolformaldehidice".

Ca referent, tov. dr. *I. Pitiş* a expus rezultatul cercetărilor experimentale efectuate pentru determinarea influenţei condiţiilor climatice speciale asupra prafurilor de presare fenolformaldehidice. Pentru studierea comportării lor au fost expuse epruvete în staţiile de încercări organizate de ICET, în climat maritim litoral (Agigea), în microclimat industrial (Valea Călugărească), în microclimatul subteran din mine (la Baia Mare), în climat maritim (în staţiile flotante marine din porturile Constanţa şi Tomis). În paralel, comportarea aceloraşi prafuri de presare fenolformaldehidice a fost urmărită şi în condiţii climatice speciale (de laborator).

Prafurile de presare fenolformaldehidice au fost elaborate de laboratoarele Combinatului chimic Făgăraş în mai multe variante, cu umpluturi diferite : 1) umplutură organică-celulozică (făină de lemn) ; 2) umplutură mixtă — (mică deferizată şi făină de lemn) ; 3) umplutură anorganică — (mică deferizată) ; 4) adaos de fungicide — (pentaclorfenolat de sodiu şi triclorfenolat de cupru).

În urma încercărilor a rezultat că cea mai bună comportare în condiţii climatice speciale o au prafurile de presare fenolformaldehidice cu umplutură anorganică (mică deferizată). Pentru a rezista acţiunii microorganismelor, s-a dovedit necesară utilizarea de fungicide. Rezultate bune s-au obţinut prin folosirea pentaclorfenolatului de sodiu.

M. Antoniu
ICET

CZ 061.3 : 621.3 : 669

Sesiunea tehnico-ştiinţifică a Institutului de proiectări de uzine şi instalaţii metalurgice

În zilele de 16—18 iunie 1963 a avut loc la Bucureşti sesiunea tehnico-ştiinţifică „Realizări şi perspective în proiectarea uzinelor siderurgice", organizată de Institutul de proiectări de uzine şi instalaţii metalurgice.

În cadrul sesiunii s-au prezentat 67 referate în cele patru secţii : tehnologie, utilaje siderurgice, instalaţii şi construcţii.

Dintre referatele prezentate în cadrul secţiei instalaţii se menţionează :

Proiectarea electroenergetică pentru mari combinate siderurgice de ing. *K. Schuller*, dr. ing. *Gh. Dragu* şi ing. *D. Pătraşcu*, în care se insistă asupra problemelor noi de distribuţie, iluminat, tehnica securităţii.

Reţelele de cabluri de tensiune foarte înaltă în combinate siderurgice, de ing. *P. Demilano*.

Influenţa cablurilor de tensiune foarte înaltă asupra curentului de excitaţie şi a stabilităţii generatoarelor care le alimentează, de ing. *A. Vasilescu*.

Principii de distribuţie a energiei electrice şi de construcţie a staţiilor în marile combinate siderurgice, de ing. *K. Schuller* şi dr. ing. *Gh. Dragu*, în care se descrie un nou tip de staţie de racord adînc pentru transformarea de la 110 kV la tensiune medie, proiectat la IPROMET, pentru alimentarea unui sector siderurgic, care poate fi generalizat şi în alte sectoare industriale, arătîndu-se avantajele tehnice şi economice.

Variaţiile de tensiune produse de cuptoarele electrice cu arc trifazat pentru topit oţel, de ing. *G. Bărbulescu* şi ing. *D. Moşteanu*, în care se arată, pentru prima oară în literatura noastră de specialitate, metoda exactă de calcul analitic al acestor variaţii de tensiune, cu aplicaţie la un cuptor de 10 t, precum şi determinarea aproximativă a variaţiilor dinamice, cunoscîndu-se valoarea variaţiilor statice.

Probleme speciale de iluminat exterior în combinatele siderurgice, de dr. ing. *E. Ionescu*.

Lampa cu trei electrozi cu vapori de mercur de înaltă tensiune, de ing. *E. Ionescu*.

Probleme de protecţie contra tensiunilor accidentale de contact, de ing. *C. Alexe*.

Consideraţii asupra proiectării standurilor de probe pentru maşini transportoare şi aparate electrice, de ing. *R. Schebesch* şi ing. *I. Romaşcu*.

Stadiul actual în tehnica desprăfuirii electrice a gazelor de furnal, de ing. *I. Bertumé*.

Comunicările şi referatele prezentate la această sesiune s-au caracterizat printr-un nivel tehnico-ştiinţific ridicat, fiind strîns legate de sarcinile concrete de dezvoltare a siderurgiei în ţara noastră.

E. P.

SCURTE ŞTIRI

Uzine electrice nucleare în R. P. Polonă. Una dintre cele mai importante probleme ale Academiei de Ştiinţe a R. P. Polone este construcţia a două uzine electrice nucleare cu o putere de 300 şi 800 MW. Planul acestor construcţii a fost recent analizat de guvernul polon. Uzina mai mică urmează a fi dată în exploatare în anul 1970, iar uzina mai mare, pînă la sfîrşitul anului 1980.

Din „Elektrotechnik" nr. 4/1963

Un nou generator termoelectric. Un nou generator termoelectric bazat pe utilizarea unui aliaj de germaniu şi siliciu va avea, după relatările unui grup de oameni de ştiinţă americani, cel mai mare randament dintre toate elementele termoelectrice cunoscute pînă în prezent.

O placă cu suprafaţa de 1 000 cm², încălzită la temperatura de 1 000°C, debitează o putere de 10 kW.

Din „Elektrotechnik" nr. 4/1963

Un nou tip de generator termoelectric. În S.U.A. s-a elaborat un generator termoelectric care lucrează cu stronţiu 90 şi cu titanat de stronţiu. La capătul unui bastonaş de titanat de stronţiu este amplasat concentrat de stronţiu 90. Căldura care apare în bastonaş se transformă în energie electrică. Puterea obţinută produce astfel fracţiuni de watt.

Din „Electrotechnik" nr. 4/1963

O linie de 700 kV. Comisia Quebec Hydroelectric, din Canada a făcut comenzi în Anglia şi Suedia pentru trei serii de transformatoare monofazate de 400 MVA, 755/242/12,5 kV, conf. CT 30 CEI, necesare pentru o linie cu tensiunea nominală de 700 kV şi 650 km lungime între Quebec şi Montreal, care se proiectează să intre în funcţiune în anul 1968.

Din „Electr. Rev." nr. 12/1962

INVENŢII

CZ 621.314.214.3.025.1:621.316.722

Procedeu şi instalaţie pentru reglarea sub sarcină a tensiunii la transformatoare

Invenţia se referă la o reglare în trepte mici la transformatoarele monofazate cu reglare sub sarcină.

Se cunoaşte reglarea în trepte mari la transformatoarele monofazate cu reglare sub sarcină, procedeu şi instalaţie care fac obiectul descrierii invenţiei R.P.R. 40875 a ing. Ştefan Grosu.

Reglarea în trepte mici se realizează cu ajutorul unor prize suplimentare cu care sînt prevăzute cele două bobine şi care sînt comutate printr-un comutator simplu, cu cursor cu rezistenţă mărită.

Conform schemei din figură, bobinele 1 şi 2, care servesc şi ca bobinaj de lucru al transformatorului, constituie reactorul care limitează valoarea curentului de scurtcircuit la reglarea tensiunii prin trepte mari, prin manevrarea succesivă a comutatoarelor duble 8 şi 9. Aceste bobine sînt prevăzute cu prizele 3 de reglare fină care pot fi cîte una la fiecare spiră. Tensiunea obţinută între bornele 11 şi 12 este reglată cu ajutorul comutatorului 5. Dat fiind că între treptele comutatorului 5 tensiunea este în mod normal mică şi ea este mult redusă în momentul scurtcircuitării spirelor prin însuşi efectul de repartizare nesimetrică a fluxului magnetic în cele două coloane, limitarea curentului de scurtcircuit la trecerea de pe o priză pe alta se poate face prin folosirea unui cursor 4 cu rezistenţă mare, eventual de cărbune.

Noul procedeu realizat de ing. Ştefan Grosu poate fi aplicat independent de reglarea în trepte mari, folosind numai bobinele 1 şi 2, cu un număr corespunzător de spire, prevăzute cu prize 3 şi cu comutator de reglare fixă 5.

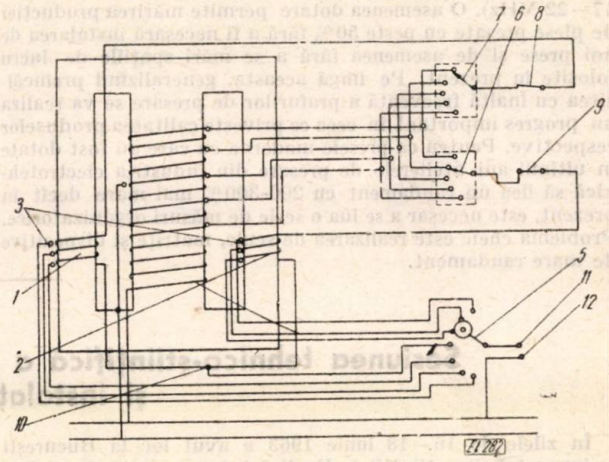


Fig. 1

În acest fel se pot realiza transformatoare monofazate de cîţiva zeci de kVA, cu o construcţie normală, la care reglarea tensiunii să se facă prin trepte de ordinul unui volt.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 026.002 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 3086

41 400

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1883 ORSZÁGOS

SOMMAIRE

CD 621.3.016.2 : 621.316.11.016.313

Nedelcu, V. N. **La définition de la puissance apparente des systèmes triphasés non-symétriques.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 281—285

Après avoir passé en revue les différentes définitions données dans la littérature technique pour la puissance apparente des systèmes polyphasés, on définit cette grandeur dans le cas des systèmes triphasés non-symétriques, en prenant pour point de départ la notion de „puissance apparente complexe instantanée" établie antérieurement par l'auteur. On précise les relations qui existent entre les puissances apparente, apparente complexe, active et réactive des systèmes polyphasés.

CD 621.312.003 EM (498)

Tănăsescu, Gh., Ivăşchescu, I., Sirian, E. et *Rochianu, D.* : **Quelques aspects de la spécialisation de la production aux usines „Electromotor" de Timişoara.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 285—293

On discute le problème de la spécialisation dans l'industrie électrotechnique et, plus précisément, dans la construction des moteurs électriques (expérience des usines „Electromotor" de Timişoara). Sont présentés, sous forme de tableaux, le profil des usines selon le plan de perspective pour la période 1962—1975, le poids et la dynamique du personnel en totalité et par catégories, la production totale et par groupes de produits pour les années 1956—1975.

CD 621.318.22.003.1 : 621.313.33

Ionescu, N. : **Considérations techniques et économiques sur la consommation de tôle siliceuse dans la construction des machines électriques.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 293—298

On examine la possibilité de diminuer la consommation spécifique de tôle siliceuse en tenant compte des progrès qui ont été faits récemment dans la construction des presses de découpage et des étampes. On indique les meilleures solutions techniques et économiques pour la production des machines électriques rotatives roumaines.

CD 621.34—52 :621.313.223.2 : 622.24

Finţescu, D., Dan, I., Zăroni, R. et *Lupşdatu, E.* : **Commande automatique des moteurs à courant continu pour les équipements de forage.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 299—309

On présente un schéma d'automatisation pour moteurs à courant continu avec excitation separée, commandés par des amplificateurs magnétiques et des redresseurs au silicium et destinés aux installations de forage. Le schéma permet le renversement du sens de rotation, ainsi que la commande et le freinage aux vitesses constantes, en employant le plus grand couple disponible pour un large domaine de vitesses de rotation. On obtient une riche gamme de vitesses par la variation de la tension redressée appliquée aux roteurs jusqu'à l'obtention de la plus grande valeur, determinée par la tension du réseau, suivie d'une diminution variable de l'excitation des moteurs. On explique le schéma de l'amplificateur final qui alimente le roteur du moteur et on examine les méthodes qui font éviter l'instabilité de l'ensemble amplificateur-moteur.

NOTE

CD 621.313.333.016.1 : 621.3.018.46

Saal, C. : **La détermination du glissement critique.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 309

COMPTES RENDUS, 310—312
DOCUMENTATION, 313—315
CHRONIQUE, 316—319
BREVES NOUVELLES, 320
INVENTIONS-INNOVATIONS, 320

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.064

Schuisky, W.

Privire asupra proceselor tranzitorii la mașinile electrice. În: Elektrotechn. u. Maschinenbau 79, nr. 15—16, aug. 1962, p. 387—395, 7 fig., 7 ref. bibl.

CZ 621.313.13 : 621.316.174

* * *

Motoarele electrice mari în proiectele de instalații industriale. În: Electrotechn. Obz. 51, nr. 9, sept. 1962, p. 436—441, 7 fig.

CZ 621.313.13.025

Kraupner, M.

Probleme tehnologice privind fabricarea motoarelor de curent alternativ de putere mare. În: Elektrotechn. Obz. 51, nr. 9, sept. 1962, p. 464—471, 12 fig., 1 tabl.

CZ 621.313.3—71

Dalibor, Z.

Evoluția sistemelor de răcire ale motoarelor mari de curent alternativ. În: Elektrotechn. Obz. 51, nr. 9, sept. 1962, p. 451—465, 22 fig.

CZ 621.313.32

Kașarski, E. G.

Determinarea experimentală a parametrilor mașinilor electrice cu rotor masiv. În: Izv. viss. ucebn. zavedenii elektromehanika, nr. 10, 1962, p. 1181—1185, 3 fig., 1 tabl., 9 ref. bibl.

CZ 621.313.333—712

Lewkowicz, H.

Motoare asinerone complet capsulate cu tuburi de răcire. În: ASEA Rev. 34, nr. 4, 1962, p. 99—103, 7 fig., 1 tabl.

CZ 621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE. TRANSFORMATOARE. CONVERTIZOARE. REDRESOARE

CZ 621.314.2.001.57

Kerenyi, D.

Modele de transformatoare pentru cercetări în problema repartiției tensiunii de impuls. În: Villamosság **10**, nr. 10, oct. 1962, p. 289—295, 1 fig., 1 tabl., 16 ref. bibl.

CZ 621.314.2.013.5.001.24

Dietrich, W.

Calculul tensiunii de dispersie la transformatoarele cu înfășurări prin galeți etajați axial. În: Elektrotechn. Z. (ETZ—A) 84, nr. 6, 25 mart. 1963, p. 181—186, 6 fig., 9 ref. bibl.

CZ 621.314.57 : 621.327.534.15

Witting, J. J.

Convertizoare de curent continuu în curent alternativ. În: Rev. Techn. Philips 23, nr. 7—8, 1962, p. 273—279, 9 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.314.63 :027.82 :669.782

Minkner, R.

Redresor de înaltă tensiune echipat cu diode cu siliciu. În: Bull. ASE 53, nr. 19, 22 sept. 1962, p. 905—907, 5 fig.

CZ 621.314.63 : 621.382.333.34

Borgström, G.

Tiristorul. În: ASEA Rev. 34, nr. 5, 1962, p. 115—118, 7 fig.

CZ 621.314.63 :621.382.333.34

Martensson, H.

Convertizoare cu tiristoare pentru alimentarea mașinilor de curent continuu. În: ASEA Rev. 34, nr. 5, 1962, p. 119—125, 13 fig.

CZ 621.314.63 : 621.396.6

Starkel

Redresorul cu siliciu și aplicațiile sale în aparatajul radiotehnic. În: Funkschau. 34, nr. 18, sept. 1962, p. 473—476, 6 fig., 4 tabl.

CONTENTS

DC 621.3.016.2 : 621.316.11.016.313

Nedelcu, V. N. : **Concerning the definition of apparent power in asymmetrical three-phase systems.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 281—285

After reviewing the different definitions of apparent power in poly-phase systems met with in the speciality literature, one defines this magnitude for the case of asymmetrical three-phase systems starting from the notion of „instantaneous complex apparent power" introduced earlier by the author. The interrelation of apparent, complex apparent, active and reactive powers in poly-phase systems is pointed out.

DC 621.312.003 EM (498)

Tănăsescu, Gh., Ivășchescu, I., Sirian, E. and *Rochianu, O.* : **Some aspects of production specialization at the „Electromotor" enterprise in Timișoara.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 285—293

The paper discusses some problems relating to specialization and co-operation of production in the electrotechnical industry, with special reference to the electric motor producing industry (the „Electromotor" enterprise). One describes in tabular form the features of this enterprise in the light of the long term plan covering the 1962—1975 period, the statistic weight and dynamics of personnel on the whole and by cathegories as well as of commodity output in all and by groups of products over the 1956—1975 period.

DC 621.318.22.003.1 : 621.313.33

Ionescu, N. : **Some technical and economic considerations concerning the consumption of silicon plate for electric machines.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 293—298

The possibilities of reducing the specific consumption of silicon plate are being analysed in the light of recent advances achieved in building both cutting out presses and dies. The most advantageous technical and economic solutions applicable to the production of rotating electrical machines in the R.P.R. are also discussed.

DC 621.34—52 : 621.313.223.2 : 622.24

Finţescu, D., Dan, I., Zăroni, R. and *Lupedatu, E.* : **Automatized drive with continuous current motors for drilling equipment.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 299—309

One presents the automation scheme of a drive with continuous current motors with separate excitation, controlled by magnetic amplifiers and silicon rectifiers intended for drilling equipment. The scheme allows the reversal of the rotation sense as well as the drive and braking at constant velocities by using the maximum torque available for a wide range of rotation velocities. A wide range of speeds is obtained by varying the rectified tension applied to rotors until attaining the maximum value, determined by the network tension followed by the variable weakening of motor excitation. The scheme of the final supplyamplifier of the rotor as well as the methods of eliminating the instability of the amplifier-motor unit is dealt with in detail.

NOTE

DC 621.313.333.016.1 : 621.3.018.46

Saal, C. : **The determination of the critical slip.**

Electrotehnica 11 (1963), 8, p. 309

REVIEWS, 310—312
ABSTRACTS, 313—315
CHRONICLE, 316—319
BRIEF NEWS, 320
PATENTS, 320

CZ 621.314.65.062.1

Dritov, Z. A. ș.a.

Funcționarea în paralel a redresoarelor cu vapori de mercur cu sau fără dispozitive de comutare. În : Prom. energetika **17**, nr. 10, oct. 1962, p. 15—18, 3 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE. LINII. CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.2 : 621.215.616 : 621.313.333.021.11.3

Noble, S.

Alegerea cablurilor izolate cu PCV, pentru motoarele trifazate. În : Elektr. Rev. **171**, nr. 12, 21 sept. 1962, p. 459—461, 4 tabl.

CZ 621.315.2 : 678.5.06

Kardos, Y.

Folosirea materialelor plastice în industria cablurilor. În : Villamosság **10**, nr. 10, oct. 1962, p. 296—303, 2 fig., 7 tabl.

CZ 621.315.221 : 620.193 : 620.196.2 : 546.815

Vögtli, K.

Probleme privind coroziunea cablurilor sub plumb. În : Techn. Mitt. PTT **40**, nr. 9, sept. 1962, p. 324—331, 5 fig., 1 tabl., 5 ref. bibl.

CZ 621.315.61 : 621.317.333

Standrig, W. G. și *Hughes, R. C.*

Caracteristicile de străpungere la impulsuri ale combinațiilor de dielectrici solizi și lichizi. În : Proc. I.E.E. **109**, nr. 47, oct. 1962, p. 473—478.

CZ 62 .316 DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAȚIE. ÎNTRERUPTOARE

CZ 621.316.5

Baltensperger, P.

Studii recente în domeniul fenomenelor de comutare și al încercării întreruptoarelor. În : Brown Boveri Mitt. 49, nr. 9—10, sept.—oct. 1962, p. 381—397, 11 fig., 3 tabl., 12 ref. bibl.

CZ 621.316.718.5 — 552.9 :621.373.52 : 621.313.84 — 181.4

Scholl, H.

Reglajul frecvenței înalte prin motoarele de curent continuu. În : Electrotechn. Z. (ETZ—B) 15, nr. 7, 1 apr. 1963, p. 173—174, 8 fig.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317—332.41

Walsten, K.

Controlul izolației în sistemele de asigurare a conductelor. În : Siemens Z. 36, nr. 8, 1962, p. 627—628, 3 fig.

CZ 621.317.333.6 : 621.315.62

Obenaus, F. și *Golbig, W.*

Încercarea la străpungere a izolatoarelor. În : ATM, nr. 318, iul. 1962, p. 415—419, 3 fig., 1 tabl.

CZ 621.317.39.082.743

Veit, L. V.

Alegerea parametrilor traductoarelor inductive. În : Stanki i instrument 33, nr. 10, oct. 1962, p. 28—32, 9 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.317.7.001.4

Kulikov, G. A.

Instalații combinate pentru controlul și reglarea aparatelor electrice de măsurat. În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 10, oct. 1962, p. 45—47, 3 fig., 1 tabl.

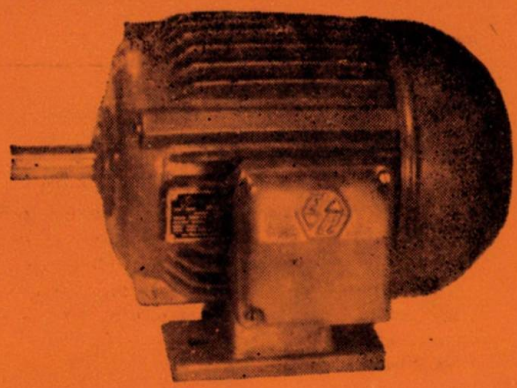
CZ 621.317.725

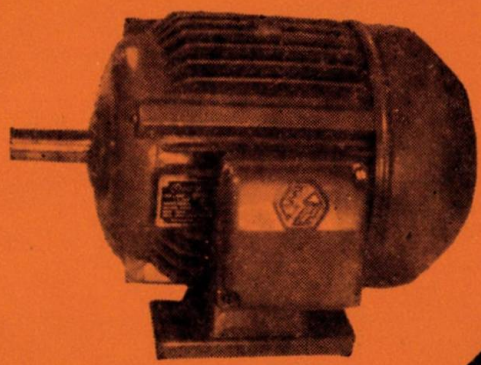
Katelnikov, V. P.

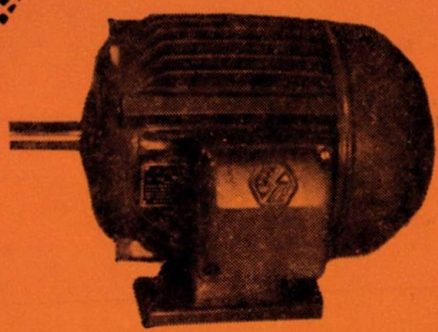
Schemele de măsurare ale voltmetrelor numerice cu divizoare de tensiune paralele. În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 10, oct. 1962, p. 37—42, 6 fig., 1 tabl., 5 ref. bibl.

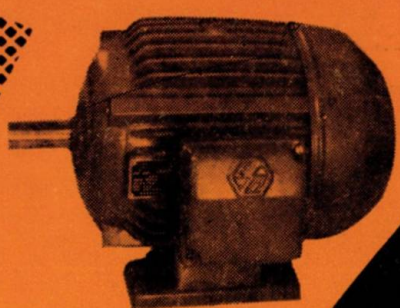
UZINA
ELECTROPRECIZIA

SĂCELE - REGIUNEA BRAȘOV

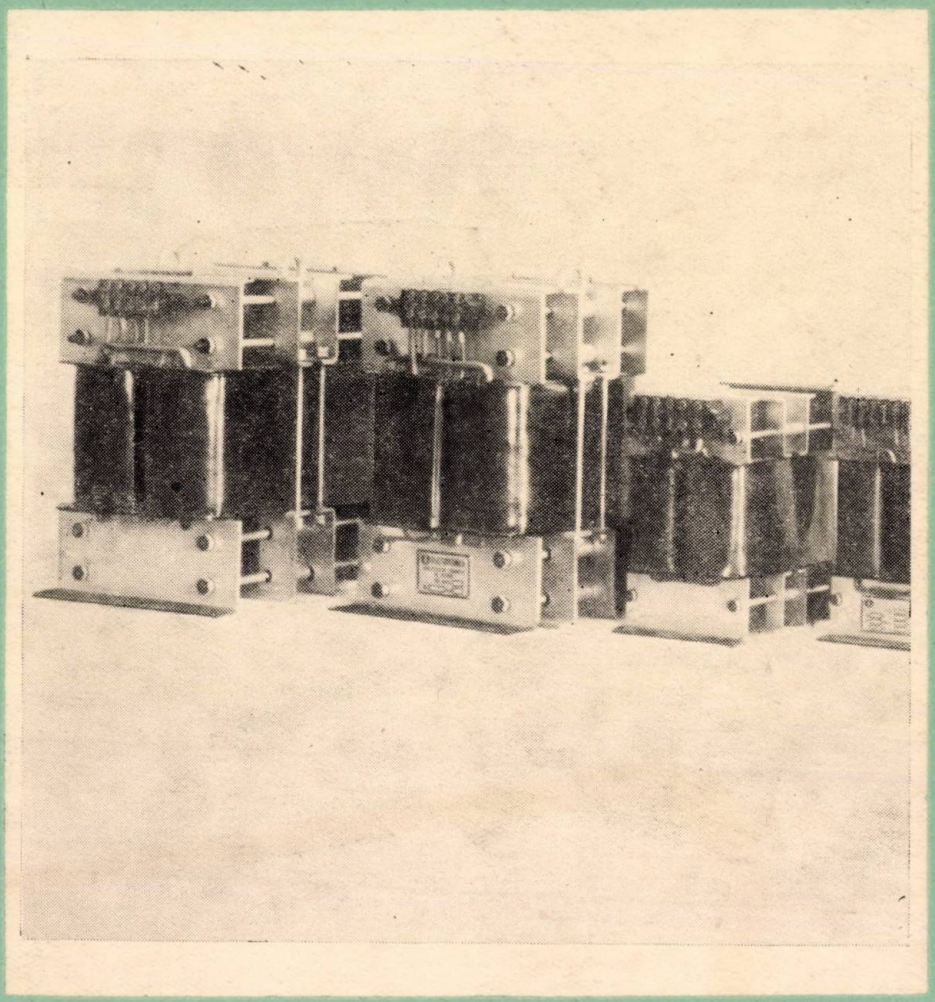








Produce un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate cu rotor în scurtcircuit, pentru puteri de la 0,6 la 13 kW și cu turații de la 750 la 3 000 rot/min, precum și echipament electric pentru tractoare și mașini auto



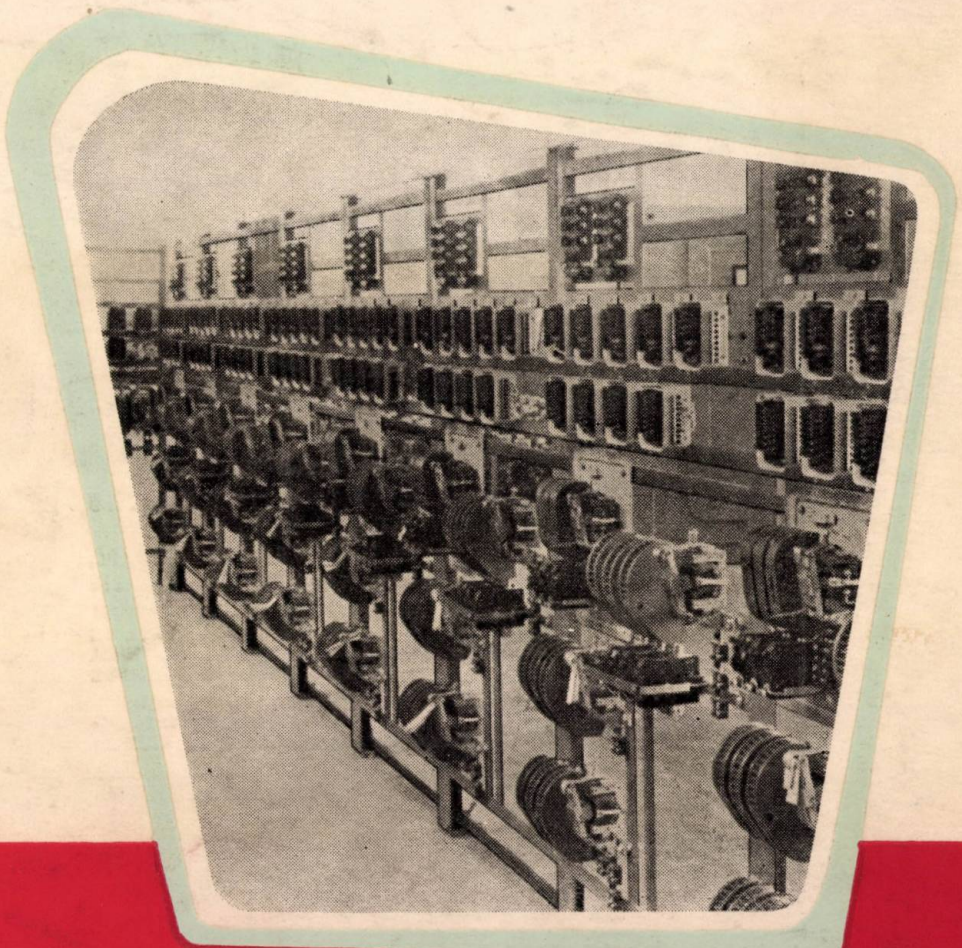
I. P. „Informația" c. 2816

LEI 5

E 2040

REFERATIVĂ

ELECTROTEHNICA



9

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 9 ★ p. 321 — 360 ★ septembrie 1963

INSTRUMENTE ELECTRICE ŞI TERMICE PENTRU MĂSURĂRI ÎN UZINE ŞI LABORATOARE:

INSTRUMENTE PENTRU TABLOURI DE DISTRIBUŢIE, AMPERMETRE, VOLTMETRE PORTATIVE ŞI DE PRECIZIE

- PUNŢI DE MĂSURĂ DE PRECIZIE
- INSTRUMENTE UNIVERSALE
- APARATE PENTRU REGLAJUL TEMPERATURII
- INDICATOARE DE TEMPERATURĂ
- TERMOCUPLE LINIARE
- TERMOCUPLE CU REZISTENŢĂ
- POTENŢIOMETRE TERMICE

EXPORTĂ: **METRIMPEX**

Societate ungară pentru comerţul exterior
Căsuţa poştală: Budapesta 62.BP 202 Ungaria
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST

METRIMPEX M BUDAPEST

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 9 septembrie 1963

CUPRINS

CZ 621.314.2.014.1.001.24

Corlăţeanu, V. şi *Murgu, Z.*: **Regimurile tranzitorii la conectarea transformatoarelor trifazate.**

Electrotehnica **11** (1963), nr. 9 p. 321–328

Se prezintă relaţii de calcul al curenţilor tranzitorii la conectarea transformatoarelor cu fluxuri libere şi forţate. Aceste relaţii sînt verificate pe cale experimentală pentru diferite moduri de conexiune. Rezultatul acestui studiu este util la proiectarea transformatoarelor şi la alegerea judicioasă a aparatajului de protecţie.

CZ 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82.

Horlopan, G.: **Timpul de răspuns al unui divizor de tensiune ecranat.**

Electrotehnica **11** (1963) nr. 9, p. 328–333

Divizorul de tensiune rezistiv ecranat oferă avantajul unui racord comod la osciloграful catodic şi din această cauză este preferat în laboratoarele de înaltă tensiune, el comportîndu-se, din punct de vedere teoretic, ca un divizor mixt rezistiv capacitiv paralel. Cercetările experimentale efectuate arată că divizorul rezistiv satisface condiţiile impuse de recomandările CEI în ce priveşte timpul de răspuns. Astfel, pentru un divizor de 750 kV s-au obţinut timpi de răspuns : 35 ns, 50 ns, 70 ns, după cum rezistenţa de amortizare pe linia de racord între generatorul de impuls şi divizorul de tensiune a fost de 0 Ω, 500 Ω, 1 000 Ω. În consecinţă, acest divizor poate fi folosit cu succes şi la încercarea transformatoarelor cu undă tăiată.

CZ. 621.319.52.001/002

Finţescu, D., Zăroni, R., Şerbănescu, B., Herlea A., Lapedatu,E.: **Echipament electric pentru electrofiltre.**

Electrotehnica **11** (1963), nr.9, p. 333–343

Lucrarea tratează un echipament electric automatizat pentru alimentarea camerelor de precipitare ale electrofiltrelor. Echipamentul cuprinde un agregat redresor de înaltă tensiune, realizat cu ventile de seleniu şi comandat prin amplificatoare magnetice, precum şi un sistem de comandă, automatizare, protecţie şi semnalizare. Se tratează detaliat agregatul redresor şi schemele funcţionale şi de principiu ale blocului de protecţie şi semnalizare, care este realizat cu amplificatoare magnetice şi tranzistoare. Se prezintă schemele funcţionale ale sistemului de reglare a frecvenţei şi duratei descărcărilor corona, de reglare a tensiunii înalte şi de limitare a curentului în camera de precipitare.

CZ 621.313.32/33.048.1

Bercu, A.: **Scheme de izolaţie moderne pentru maşini electrice de mare putere.**

Electrotehnica **11** (1963), nr. 9, p. 343–349

Se expun scheme de izolaţie moderne utilizate în construcţia maşinilor electrice de mare putere care se realizează folosind materiale pe bază de mică şi impregnate în răşini sintetice şi în special în răşini epoxidice. Se prezintă, analiza critică a acestor scheme, precum şi un studiu al posibilităţilor de realizare tehnologică.

RECENZII 349–351

REFERATE 351–354

CRONICĂ 354–360

SCURTE ŞTIRI 360

WACKER

Silikony

PENTRU

INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ

RĂŞINI SILICONICE

De exemplu drept lacuri de impregnare pentru electromotoare şi transformatoare solicitate la temperaturi înalte şi pentru impregnarea de vată de sticlă şi mică,

CAUCIUCURI SILICONICE VULCANIZATE LA RECE

Drept masă de acoperire şi turnare pentru piese electrice de înaltă calitate pentru a le feri de umezeală, lovire şi vibraţii şi drept material elastic de formare.

CAUCIUCURI SILICONICE VULCANIZATE LA CALD

Pentru piese de formă şi de stropire, cu proprietăţi mecanice fizice şi electrice optime.

Vă sfătuim cu plăcere şi vă punem la dispoziţie prospecte.

WACKER

WACRKE — CHEMIE GMBH

München 22, Căsuţa poştală 1

REPUBLICA FEDERALĂ GERMANĂ

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.314.2.014.1.001.24

Corlăţeanu, V. şi *Murgu, Z.*: **Переходные режимы при подключении трехфазных трансформаторов.**
Electrotehnica 11 (1963), nr. 9. стр. 321–328

Приводятся формулы для расчёта переходных токов при подключении трансформаторов со свободными и форсированными потоками. Эти формулы проверяются экспериментально для различных способов подключения. Результат этого исследования является полезным при проектировании трансформаторов, а также для правильного выбора защитной аппаратуры.

ДК 621.317.727.015.13.001.57 . 621.317.333.82

Horlopan, G.: **Время ответа экранированного делителя напряжения.**
Electrotehnica 11 (1963), nr. 9, стр. 328–333

Экранированный делитель напряжения с активным сопротивлением обладает преимуществом удобного подключения к катодному осциллографу, вследствие чего ему отдают предпочтение в лабораториях токов высокого напряжения. С теоретической точки зрения он действует как параллельный емкостный смешанный делитель напряжения с активным сопротивлением . Проведенные экспериментальные исследования показывают, что делитель с активным сопротивлением удовлетворяет требованиям включенным в рекомендации Международной Электротехнической Комиссии в отношении времени ответа. Так, для делителя на 750 кв получено следующее время ответа: 35 нсек, 50 нсек, 70 нсек, в зависимости от того, равнялось ли затухающее сопротивление на линии связи между импульсным генератором и делителем напряжения 0 Ω, 500 Ω или 1 000 Ω. Следовательно, этот делитель может быть с успехом использован и при испытании трансформаторов со срезанной волной.

ДК 621.319.52.001.002

Finţescu, D, Zaroni, R, Şerbănescu, B, Herlea, A., Lapedatu, E.: **Электрическое оборудование для электрофильтров.**
Electrotehnica 11 (1963) nr. 9. стр. 333–343

В статье рассматривается автоматизированное электрическое оборудование для питания осадительных камер электрофильтров. Оборудование включает высоковольтный выпрямитель, выполненный с селеновыми выпрямительными элементами и управляемый магнитными усилителями, а также с автоматической системой управления, защиты и сигнализации. Подробно описывается выпрямитель, а также функциональные схемы регулировки частоты и продолжительности разрядов корона, регулировки высокого напряжения и ограничения тока в камере осаждения.

ДК 621.313.32/33.048.1

Bercu, A. **Новейшие изоляционные схемы для высокомощных электрических машин.**
Electrotehnica 11 (1963), nr. 9, стр. 343–349

Описываются новейшие изоляционные схемы, применяемые в конструкции высокомощных электрических машин, осуществление которых связано с использованием материалов на основе слюды, пропитанных синтетическими смолами и особенно эпоксидными смолами. Далее проводится критический анализ этих схем а также рассматриваются возможности их технологического осуществления.

РЕЦЕНЗИИ 349–351

РЕФЕРАТЫ 351–354

ХРОНИКА 354–360

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ 360

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.314.2.014.1.001.24

Corlăţeanu, V. und *Murgu, Z.*: **Die Schaltvorgänge beim Schalten von Drehstromtransformatoren.**

Electrotehnica **II** (1963), H. 9, S. 321–328

Es werden Berechnungsformel für die Schaltvorgänge die beim Schalten von Transformatoren mit freien und aufgezwungenen Flüssen auftreten, dargelegt. Diese Formeln sind nachher auf Versuchswege für verschiedene Transformatorschaltungen geprüft. Das Ergebnis dieser Untersuchung kommt dem Entwurf von Drehstromtransformatoren und bei der Wahl der Schutzaparatur zugute.

DK 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82

Hortopan, G.: **Die Rückwirkungsdauer eines geschirmten Spannungsteilers.**

Electrotehnica **II** (1963), H. 9, S. 328–333

Der ohmisch geschirmte Spannungsteiler bietet den Vorteil eines bequemen Anschlusses an dem Kathodenstrahloszillographen, und wird aus diesem Grunde in den Hochspannungslaboratorien vorgezogen, da er sich, vom theoretischen Standpunkte aus, wie ein gemischter ohmisch-kapazitiver Spannungsteiler verhält. Die ausgeführten praktischen Versuche zeigen, dass der ohmsche Spannungsteiler, den von den CEI-Vorschriften verlangten Bedingungen, was die Rückwirkungsdauer anbelangt, vollkommen entspricht. So z. B. für einen 750 kV Spannungsteiler wurden folgende Rückwirkungszeiten erhalten: 35 ns, 50 ns, 70 ns, je nach dem Wert von 0 Ω, 500 Ω, 1000Ω des Dämpfungswiderstandes der Verbindungsstrecke zwischen dem Stossgenerator und dem Spannungsteiler. Folglich kann dieser Spannungsteiler, mit Erfolg bei der Transformatorprüfung mit abgeschnittener Welle, verwendet werde.

DK 621.319.52.001/002

Finţescu, D., Zăroni, R., Şerbănescu, B., Herlea, A., Lapedatu, E.: **Die elektrische Ausrüstung der Elektrofilter.**

Electrotehnica **II** (1963), H. 9 S. 333–343

Die Arbeit behandelt eine automatische elektrische Ausrüstung zur Speisung der Niederschlagkammer der Elektrofilter. Die Ausrüstung umfasst einen Hochspannungsgleichrichter mit Seleniumventilen, gesteuert durch magnetische Verstärker, so wie ein System von Steuer-Automatisierungs-Schutz- und Signalvorrichtungen. Es werden ausführlich der Gleichrichter, und die Montage-und Prinzipschaltungen der Schutz-und Signalvorrichtung, die aus magnetischen Verstärkern und Transistoren zusammengesetzt ist, behandelt. Es werden die Betriebsschaltungen der Frequenzregelung und der Regelung der Koronaentladungsdauer, der Hochspannungsregelung und der Begrenzung der Stromstärke in den Niederschlagskammern, dargelegt.

DK 621.313.32/33.048.1

Bercu, A.: **Moderne Isolierungssysteme für elektrische Maschinen grosser Leistung.**

Electrotehnica **II** (1963), H. 9, S. 343–349

Es werden moderne Isolationsysteme die beim Bau grosser elektrischen Maschinen verwendet werden, dargelegt. Diese Isolierungssysteme bestehen aus Glimmerprodukte die mit synthetischem Harz, besonders auf Basis von Epoxy imprägniert werden.

Es wird eine kritische Analyse dieser Isolierungssysteme vorgenommen, so wie die Herstellungsmöglichkeiten eingehend untersucht.

BUCHBESPRECHUNGEN 349–351

REFERATE 351–354

CHRONIK 354–360

KURZNACHRICHTEN 360

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 9 Bucureşti, septembrie 1963

Regimurile tranzitorii la conectarea transformatoarelor trifazate

Vasile Corlăţeanu* – Bucureşti şi **Zaira Murgu**** – Iaşi

Solicitările transformatoarelor şi ale aparatajului de protecţie la conectare creează probleme dificile pentru inginerii proiectanţi şi cei din exploatare, din cauza pericolului de avarii şi întreruperi la furnizarea energiei electrice. Cunoaşterea cît mai precisă a fenomenelor care apar şi concretizarea lor în relaţii de calcul sînt necesare pentru a se lua măsuri corespunzătoare de prevenire şi mărire a siguranţei în funcţionare a transformatoarelor şi a aparatajului de protecţie.

CZ 621.314.2.014.1.001.24

Regimul tranzitoriu care apare la conectarea transformatoarelor trifazate este insuficient studiat în literatura de specialitate, deşi aceste transformatoare sînt cel mai des utilizate în practică. Datorită construcţiei circuitului magnetic şi modului de conexiune a înfăşurărilor, curenţii de conectare ai transformatoarelor trifazate prezintă unele particularităţi faţă de cei care apar la transformatoarele monofazate. De exemplu, la transformatoarele cu fluxuri forţate şi înfăşurare primară legată în stea cu neutrul izolat pot apărea pe o fază în anumite condiţii, pe lîngă curenţii tranzitorii de conectare periodici amortizaţi, asimetrici faţă de axa timpului — caz examinat la transformatoarele monofazate [1], [2], şi [3] — şi curenţi tranzitorii amortizaţi, simetrici faţă de aceeaşi axă.

Studierea efectelor acestor curenţi prezintă o importanţă deosebită la analizarea funcţionării şi reglării protecţiei diferenţiale cu transformatoare de curent saturate, deoarece ele transformă fără deformaţii curenţii simetrici faţă de axa timpului [4].

Actualitatea problemei este evidenţiată şi de faptul că formează un subiect preferenţial al grupei 12 „Transformatoare" din cadrul asociaţiei CIGRÉ-Paris, iar din punctul de vedere al comportării aparatajului, în R.P.R. este examinată de IRME-Bucureşti.

Studiul teoretic al acestor regimuri este complex, deoarece ele sînt reprezentate de ecuaţii diferenţiale neliniare, a căror rezolvare este dificilă. Pentru uşurarea metodelor de analiză se neglijează în calcule parametrii neliniari ai circuitelor parcurse de curenţi, procesele de saturaţie, pierderile în fier etc.

În acest studiu se vor analiza unele aspecte ale proceselor tranzitorii care apar la conectarea transformatoarelor cu fluxuri libere şi forţate la mers în gol, pentru conexiunile principale ale înfăşurărilor, cu neglijarea rezistenţelor şi a inductanţelor de dispersie, precum şi a pierderilor în fier, în ipoteza unui flux remanent nul. Analizarea problemei se poate face şi ţinînd seamă de toţi factorii care influenţează, după indicaţiile date în [1]. În continuare, relaţiile obţinute se vor verifica experimental prin măsurări şi prin oscilografierea curenţilor de conectare.

Conectarea transformatorului cu fluxuri libere

1.1. Conexiunea $Y_0 y$. În acest caz, înfăşurarea primară se conectează la un sistem trifazat simetric, de tensiuni sinusoidale, înfăşurarea secundară fiind în gol. Curenţii de magnetizare care apar pe cele trei faze se determină după aceleaşi relaţii ca şi la transformatoarele monofazate, procesele tranzitorii care apar într-o fază fiind independente de cele care au loc în celelalte faze. În ipoteza rezistenţelor înfăşurărilor nule şi neconsiderării fluxului remanent, inducţiile în transformatoarele trifa-

* Prof. dr. ing. *V. Corlăţeanu* este specialist la ISPE—Bucureşti.

** Ing. Zaira Murgu este cercetător la Academia R.P.R., filiala Iaşi.

zate la conectarea simultană a fazelor vor fi date de relaţiile:

$$B_1(t) = B_m\,[\sin(\omega t + \alpha) - \sin\alpha];$$
$$B_2(t) = B_m[\sin(\omega t + \alpha - 120°) - \sin(\alpha - 120°)]; \quad (1)$$
$$B_3(t) = B_m[\sin(\omega t + \alpha - 240°) - \sin(\alpha - 240°)],$$

unde α depinde de unghiul de conectare a fazei 1.

Dacă se exprimă caracteristica de magnetizare printr-un sinus hiperbolic şi se aplică legea circuitului magnetic, curenţii se determină cu relaţia:

$$i = \frac{al}{w}\,\mathrm{sh}\;bB, \quad (2)$$

în care w este numărul de spire pe fază al circuitului primar; l — lungimea circuitului magnetic; a şi b — constantele circuitului magnetic [5].

În figura 1 se dau rezultatele obţinute pentru curenţii de fază i_1, i_2, i_3 şi de pe conductorul neutru i_0 la diferite timpuri de conectare ($\alpha = 0$, 15 şi 30°) în cazul unei inducţii maxime $B_m = 1{,}5$ Wb/m² şi $b = 4$ m²/Wb, valori medii pentru transformatoarele de forţă. Curenţii de conectare pe cele trei faze, pentru un anumit timp de conectare, rezultă foarte diferiţi, datorită decalajelor dintre ele ale tensiunilor de alimentare. Comparînd rezultatele cu cele obţinute la transformatoarele monofazate [3] se constată că valorile maxime ale curenţilor de conectare sînt aceleaşi. Curba de variaţie a curentului i_0 are, pentru $\alpha = 30°$, aproape aceeaşi formă cu curentul i_2, iar pentru $\alpha = 0°$, este simetrică faţă de axa timpului şi de valoarea maximă:

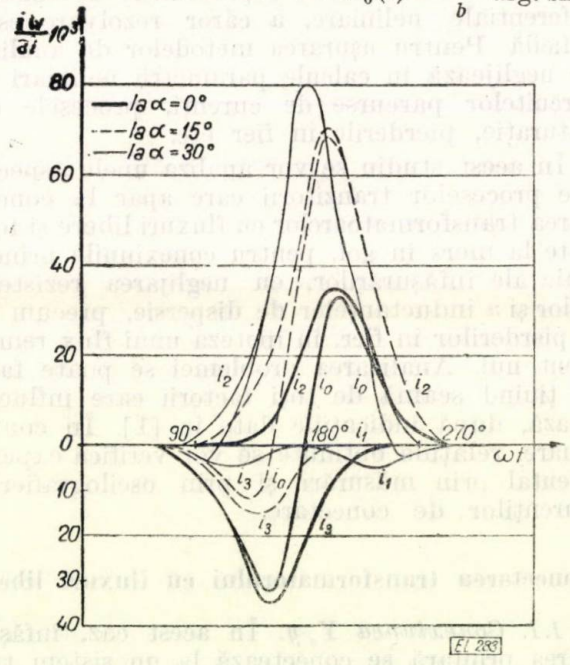


Fig. 1. Curenţii de fază i_1, i_2, i_3, şi curentul pe nul i_0 la transformatoarele trifazate cu fluxuri libere la diferite timpuri de conectare pentru conexiunea $Y_0\,y$.

$$i_{0\,max} = \frac{al}{w}(\mathrm{sh}\,1{,}866\,bB_m - \mathrm{sh}\,1{,}366\,bB_m - \mathrm{sh}\;0{,}5\;bB_m), \quad (3)$$

apropiată de valoarea maximă a curenţilor i_2 şi i_3.

1.2. Conexiunea Y_0d. La conectarea simultană a fazelor, în secundar, neinducîndu-se forţe electromotoare care să producă curenţi suplimentari, procesele tranzitorii vor fi descrise de aceleaşi ecuaţii:

1.3. Conexiunea $Y\,y$. Pentru această conexiune la alimentarea cu un sistem simetric de tensiuni sinusoidale, în timpul conectării, pentru ca să fie îndeplinită condiţia:

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0, \quad (4)$$

trebuie ca inducţiile în miezuri să fie date de relaţiile:

$$B_1' = B_1(t) + B_0(t);$$
$$B_2' = B_2(t) + B_0(t); \quad (5)$$
$$B_3' = B_3(t) + B_0(t);$$

care conţin o componentă suplimentară $B_0(t)$ care îndeplineşte condiţia $B_0(0) = 0$ şi care se determină din relaţiile (5), (4) şi (1):

$$B_0(t) = \frac{1}{b}\,\mathrm{arg.\,sh}\,\frac{\mathrm{sh}\,bB_1 + \mathrm{sh}\,bB_2 + \mathrm{sh}\,bB_3}{\pm\sqrt{3 + 2\,\mathrm{ch}\,b(B_1 - B_2) + 2\,\mathrm{ch}\,b(B_2 - B_3) + 2\,\mathrm{ch}\,b(B_3 - B_1)}}. \quad (6)$$

Componenţa $B_0(t)$ a inducţiei trece în decursul unei perioade prin 3—4 valori extreme, mai mari la mijlocul şi mai mici spre extremitatea intervalului considerat. Ea are o valoare importantă care depinde de saturaţia circuitelor magnetice, distorsionînd curbele inducţiilor pe faze şi micşorînd astfel valorile lor maxime [5].

Curenţii de conectare s-au determinat pentru $b\,B_m = 6$ şi $\alpha = 0$, 15 şi 30° şi s-au reprezentat în figura 2. Pentru $\alpha = 0°$, curentul i_1 are o formă simetrică faţă de axa timpului, de amplitudine relativ mică; în acelaşi moment, pe fazele 2 şi 3 apar curenţi asimetrici faţă de axa timpului, care au valori egale şi de semne contrare. Pentru $\alpha = 30°$, curentul i_2 are forma de şa, iar curenţii i_1 şi i_3, forme ascuţite.

1.4. Conexiunea Dy. De fapt, acest caz se reduce pentru fiecare fază la o examinare ca pentru un transformator monofazat şi deci curenţii de fază se vor încadra între aceleaşi forme şi valori ca în paragraful *2.1.* Pentru $\alpha = 0°$, valorile maxime ale curenţilor sînt date de relaţiile:

$$i_{12\,max} = -\frac{al}{w}(\mathrm{sh}\;1{,}866\;bB_m - \mathrm{sh}\;0{,}5\;bB_m);$$

$$i_{23\,max} = \frac{al}{w}(\mathrm{sh}\;1{,}866\;bB_m + \mathrm{sh}\;1{,}366\;bB_m); \quad (7)$$

$$i_{31\,max} = \frac{al}{w}(\mathrm{sh}\;1{,}866\;bB_m - \mathrm{sh}\;0{,}5\;bB_m).$$

Curenții i_{12} și i_{31} au forme ascuțite, iar i_{23} o formă de șa. Cu creșterea unghiului α, i_{12}

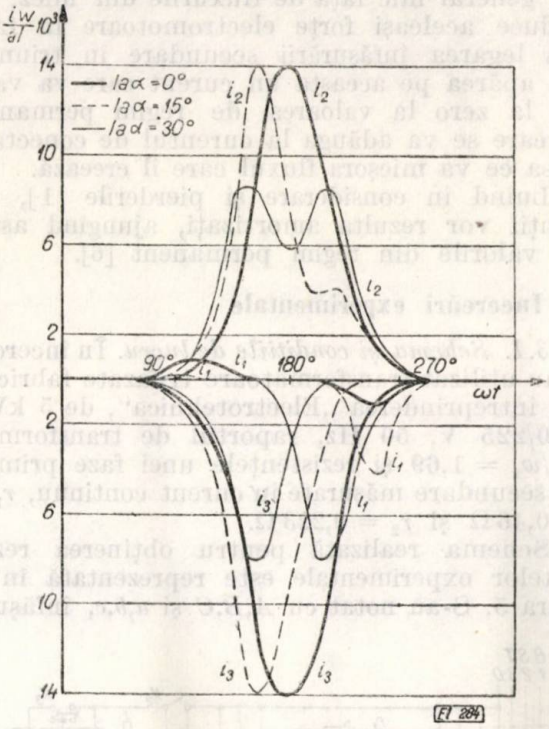


Fig. 2. Curenții de fază i_1, i_2, i_3 ai transformatoarelor trifazate cu fluxuri libere la diferite timpuri de conectare pentru conexiunea *Yy*.

crește, și i_{31} scade, primul maxim al lui i_{23} scăzînd, iar cel de-al doilea crescînd. Pentru $\alpha = 30°$, curentul i_{31} are o formă simetrică față de axa timpului, avînd valoarea maximă:

$$i_{31\,max} = \frac{al}{w} \operatorname{sh} 1{,}5\ bB_m$$

iar curenții i_{12} și i_{23} de formă ascuțită au valoarea maximă.

$$i_{12\,max} = i_{23\,max} = \frac{al}{w}(\operatorname{sh} 2bB_m - 2 \operatorname{sh} bB_m). \quad (8)$$

1.5. Conexiunea Yd. În înfășurările secundare în triunghi se stabilește un curent, datorită componentei $B_0(t)$ a inducției, care este astfel micșorată, inducțiile în miezuri redevenind practic sinusoidale. Curenții primari se determină ca diferența dintre curenții de magnetizare la inducții sinusoidale și curentul din înfășurarea secundară legată în triunghi. În acest caz, îndeplinindu-se condiția (4), cei trei curenți rezultă:

$$\begin{aligned} i_1 &= i'_1 - i_d = \frac{1}{3}(2i'_1 - i'_2 - i'_3); \\ i_2 &= i'_2 - i_d = \frac{1}{3}(-i'_2 + 2i'_2 - i'_3); \quad (9) \\ i_3 &= i'_3 - i_d = \frac{1}{3}(-i'_1 - i'_2 + 2i'_3); \end{aligned}$$

unde i'_1, i'_2 și i'_3 sînt curenții corespunzători inducțiilor sinusoidale în miezuri, dați de expresiile (1) și (2), iar i_d, curentul din secundar dat de relația:

$$i_d = \frac{al}{3w}\{\operatorname{sh} bB_m\,[\sin(\omega t + \alpha) - \sin\alpha] +$$

$$+ \operatorname{sh} bB_m[\sin(\omega t + \alpha - 120°) - \sin(\alpha - 120°)] +$$

$$+ \operatorname{sh} bB_m\,[\sin(\omega t + \alpha - 240°) - \sin(\alpha - 240°)]\}.$$

Pentru $bB_m = 6$ și $\alpha = 0°$ curentul i_1 are o formă simetrică față de axa timpului, de amplitudine relativ mică, iar curenții i_2 și i_3 au o formă nesimetrică față de aceeași axă. Pentru $\alpha = 30°$ curbele celor trei curenți devin toate ascuțite și nesimetrice față de axa timpului.

2. Conectarea transformatorului cu fluxuri forțate

2.1. Conexiunea Yy. Aplicînd legea circuitului magnetic și ținînd seamă de condiția (4), se obțin în acest caz următoarele expresii pentru curenți:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{1}{3w}(2F_1 - F_2 - F_3); \\ i_2 &= \frac{1}{3w}(2F_2 - F_3 - F_1); \quad (11) \\ i_3 &= \frac{1}{3w}(2F_3 - F_1 - F_2); \end{aligned}$$

în care F_1, F_2 și F_3 sînt tensiunile magnetice de-a lungul celor trei coloane dintre punctele mediane.

Considerînd lungimea medie a liniilor de cîmp egală pe cele trei faze, neglijînd fluxul de dispersie care se închide prin aer între juguri [1], expresiile curenților devin:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{al}{3w}(2B_1 - B_2 - B_3); \\ i_2 &= \frac{al}{3w}(2B_2 - B_3 - B_1); \quad (12) \\ i_3 &= \frac{al}{3w}(2B_3 - B_1 - B_2). \end{aligned}$$

Pentru $bB_m = 6$ și $\alpha = 0$, 15 și 30° s-au reprezentat curenții i_1, i_2 și i_3 în figura 3. La $\alpha = 0°$ valorile maxime ale curenților sînt date de relațiile:

$$i_{1\,max} = \frac{al}{3w}(2 \operatorname{sh} 0{,}5\ bB_m - \operatorname{sh} 1{,}366\ bB_m + \operatorname{sh} 1{,}866\ bB_m);$$

$$i_{2\,max} = \frac{al}{3w}(2\operatorname{sh} 1{,}866\ bB_m + \operatorname{sh} 1{,}366\ bB_m + \operatorname{sh} 0{,}5\ bB_m); \quad (13)$$

$$i_{3\,max} = -i_{2max},$$

i_1 avînd o formă simetrică față de axa timpului. Cu creșterea lui α, curbele tuturor curenților devin nesimetrice în raport cu axa timpului, valorile lor maxime crescînd. Formele de variație a curbelor se aseamănă cu cele obținute

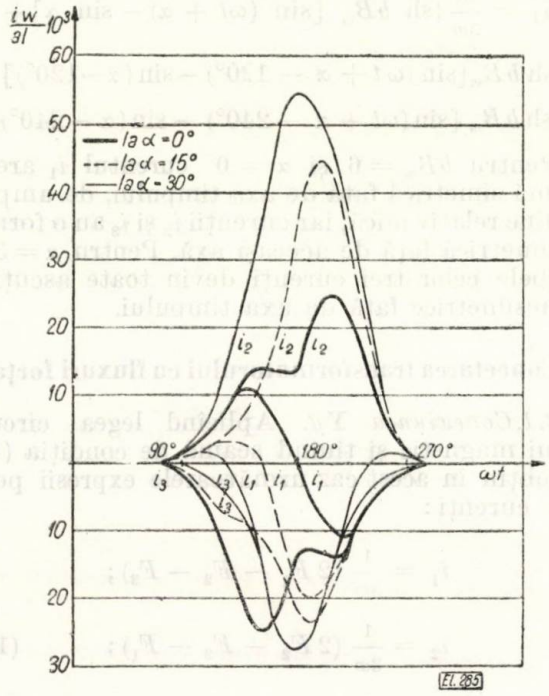


Fig. 3. Curenții de fază i_1, i_2, i_3 ai transformatoarelor trifazate cu fluxuri forțate la diferite timpuri de conectare pentru conexiunea Yy.

la gruparea Yd fluxuri libere. Valorile maxime ale curenților de conectare ajung în acest caz 2/3 din valoarea maximă care se obține la gruparea Y_0y fluxuri libere. Valoarea maximă a curentului simetric este mai mică decît la gruparea Y_0y.

Raportul dintre valorile maxime ale curentului simetric și ale curentului permanent de magnetizare se mărește foarte mult cu creșterea saturației circuitului magnetic (fig.4).

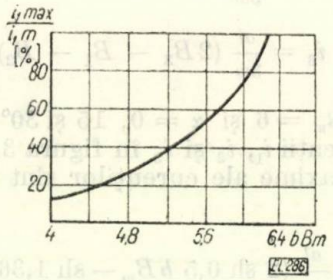


Fig. 4. Influența saturației circuitului magnetic asupra curentului de conectare.

2.2. Conexiunile Y_0d și Dy. Cu aceeași ipoteză a neglijării fluxului care se închide prin aer în exteriorul miezului și pentru o lungime medie a liniilor de cîmp egală pe cele trei faze se obțin aceleași relații ca la transformatoarele cu fluxuri libere. Fluxul care se închide prin aer, în general mic față de fluxurile din miez, va induce aceleași forțe electromotoare în faze. La legarea înfășurării secundare în triunghi va apărea pe aceasta un curent care va varia de la zero la valoarea de regim permanent și care se va adăuga la curentul de conectare, ceea ce va micșora fluxul care îl creează.

Luînd în considerare și pierderile [1], curenții vor rezulta amortizați, ajungînd astfel la valorile din regim permanent [6].

3. Încercări experimentale

3.1. Schema și condițiile de lucru. În încercări s-au utilizat transformatoare trifazate fabricate de întreprinderea „Electrotehnica", de 5 kVA, 380/225 V, 50 Hz, raportul de transformare $w_1/w_2 = 1{,}69$ și rezistențele unei faze primare și secundare măsurate în curent continuu, $r_1 = 0{,}46\,\Omega$ și $r_2 = 0{,}223\,\Omega$.

Schema realizată pentru obținerea rezultatelor experimentale este reprezentată în figura 5. S-au notat cu A,B,C și a,b,c, înfășurările primare și secundare ale transformatorului studiat. Cu V_u, V_p, și V_s s-au notat vibratoarele oscilografului magnetoelectric, utilizate la înregistrarea tensiunilor de alimentare și a curenților de conectare primari și secundari, iar cu r_u, r'_p, r''_p, r'_s, r''_s, rezistențele de reglare a mărimii deviației acestora; pentru a înlătura erorile introduse de constantele mecanice de timp diferite ale vibratoarelor s-a utilizat același vibrator pe cele trei faze și nul, înseriat în circuitul respectiv cu ajutorul comutatoarelor, C_1 rspectiv C_2. Conectarea transformatorului la anumite faze ale tensiunilor de alimentare s-a realizat prin intermediul unui comutator sincron [7] notat în figură cu CS, care este antrenat de motorul sincron MS. Pentru variația unghiului de conectare a servit regulatorul de fază RF, excitația motorului sincron controlată prin ampermetrul A și reostatul r păstrîndu-se constantă. Voltmetrele V_1, V_2, V_3 au servit la controlul

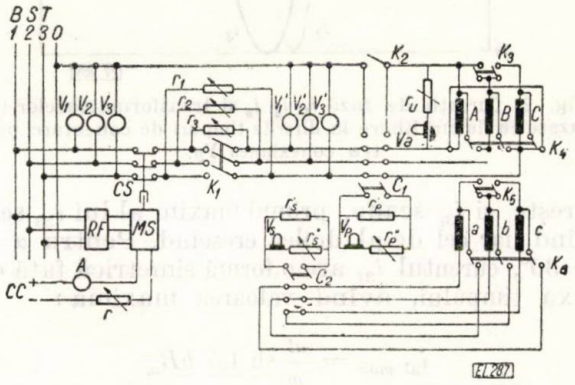


Fig. 5. Schema experimentală pentru obținerea curenților de conectare la transformatoarele trifazate.

valorii tensiunii de alimentare, măsurile executîndu-se la tensiuni de faze egale. Din cauza dificultăților de control și de măsurare a fluxului remanent, circuitul de magnetizare a transformatorului a fost totdeauna demagnetizat înaintea unei conectări prin înscrierea cîte unei rezistențe de 23 000 Ω pe fază, notate în figură cu r_1, r_2, r_3, prin intermediul întreruptorului K_1; voltmetrele V_1', V_2', V_3' au servit la controlul tensiunii de alimentare în timpul demagnetizării. În figură s-au mai notat cu $K_2 - K_6$ întreruptoarele care au folosit la realizarea conexiunilor studiate.

Datele obținute pentru șocurile maxime la fiecare grupare studiată prin calcul și pe cale experimentală s-au dat în tabela 1. Diferențele care au apărut între rezultatele experimentale și rezultatele calculelor se datoresc neglijării în calcule a rezistențelor și inductanțelor de dispersie a pierderilor în fier, precum și neglijării atît a fluxului magnetic care se închide prin aer între juguri, cît și a erorilor introduse de grosimea curbelor din oscilograme și constantei de timp mărite a vibratorului oscilografului. În verificări s-a utilizat aceeași curbă de magnetizare pentru diferite conexiuni ale transformatorului la un anume circuit magnetic și tabelele date în [10].

Oscilogramele pentru conexiunile studiate au fost ridicate pentru $\gamma = 0{,}15$ și 30°, unde γ este faza tensiunii U_A la conectare. La valori mai mari ale lui γ, aceleași curbe ale curentului se repetă pe alte faze. În figurile care urmează s-au dat pe coloane oscilogramele curenților pe cele trei faze și nul, iar pe linii, pentru diferite valori ale lui.

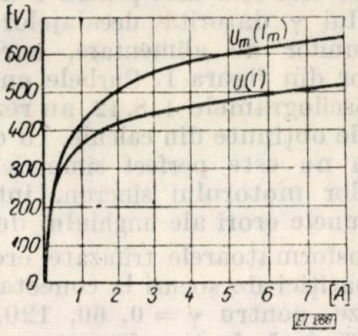


Fig. 6. Caracteristica de magnetizare a transformatorului de 5 kVA.

În figura 7 sînt date oscilogramele 1—12 ale curenților de conectare i_A, i_B, i_C și i_0, obținute pentru conexiunea Y_0y. Tensiunea de alimentare a fost $U_f = 210$ V, rezistența

Tabela 1

Rezultatele obținute prin calcul și experiențe la conectarea transformatoarelor trifazate

Conexiunea	a	b	l_m	S	σ	V_{ef}	i_{max} [A]	
	A^{-1}	m^2/Wb	m	m^3		V	osc.	calc.
Fluxuri libere Y_0y	6,66	5,7	1,06	0,006	30°	210	4,74	4,75
Fluxuri libere Yy	6,66	5,7	1,06	0,006	0°	210	2,25	2,36
Fluxuri libere Yd	6,66	5,7	1,06	0,006	30°	210	3,16	2,91
Fluxuri libere Dy	2,60	5,60	1,06	0,006	30°	364	32	33
Fluxuri forțate Y_0y	6,14	5,85	0,82	0,006	30°	210	3,64	3,65
Fluxuri forțate Yy	6,14	5,85	0,82	0,006	0°	210	2	1,8
Fluxuri forțate Yd	6,14	5,85	0,82	0,006	30°	210	3,18	2,7
Fluxuri forțate Dy	2,44	5,45	0,82	0,006	30°	364	28	27

Influența magnetismului remanent care a fost eliminată în măsurările efectuate este importantă, curenții de conectare putînd crește, datorită acestui factor, pentru tensiunile de lucru, pînă la de zece ori.

3.2. Transformatorul cu fluxuri libere. În acest caz s-a utilizat cîte o înfășurare de la trei transformatoare identice, cu caracteristicile menționate. Relația dintre valorile efective ale tensiunii și curentului $U(I)$, obținută din încercarea de mers în gol, este reprezentată în figura 6. Calculîndu-se coeficienții de vîrf cu indicațiile date în [11], s-a determinat relația dintre valorile maxime ale tensiunii și curentului $U_m(I_m)$, care a fost reprezentată tot în figura 6. Această curbă fiind proporțională cu caracteristica de magnetizare, în ipoteza neglijării pierderilor prin histerezis, ea va fi folosită la calcularea curenților de conectare.

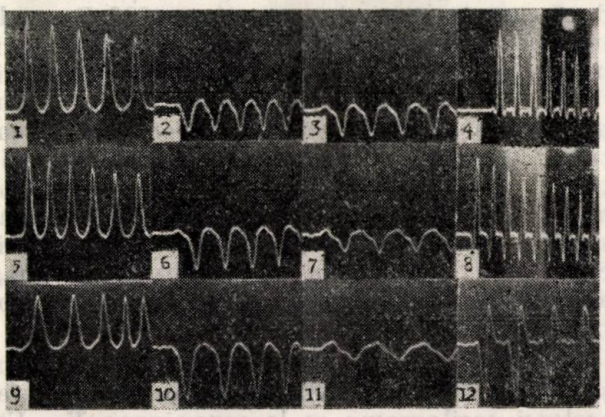


Fig. 7. Oscilogramele curenților la conectarea transformatoarelor trifazate cu fluxuri libere cu conexiunea Y_0y pentru diverse momente de conectare.

circuitului primar, format din înfăşurările transformatorului, rezistenţa conductoarelor de legătură, rezistenţele de reglare a vibratoarelor, rezistenţa şunturilor etc., de 1,5 Ω şi $i_s = 0$. Din oscilograme se vede diferenţa mare dintre curenţii pe cele trei faze pentru o anumită valoare a lui γ datorită decalajelor între ele ale tensiunilor de alimentare, curbele avînd alura celor din figura 1. Curbele curentului i_0, date în oscilogramele 4, 8, 12, au rezultat identice cu cele obţinute din calcule. În oscilograma 12, curba nu este perfect simetrică, datorită pendulărilor motorului sincron, introducîndu-se totuşi unele erori ale unghiului de conectare.

La transformatoarele trifazate creşte posibilitatea apariţiei de şocuri la conectarea pe una dintre faze, pentru $\gamma = 0$, 60, 120, 180, 240, 300 şi 360° faţă de transformatoarele monofazate la $\gamma = 0$, 180 şi 360°.

În figura 8 sînt date oscilogramele 13 — 17 ale curentului de conectare i_A, la aceeaşi co-

Fig. 8. Oscilogramele curenţilor de pe o fază pentru diferite momente de conectare la transformatoare trifazate cu fluxuri libere şi conexiunea Y_0y.

nexiune, pentru $\gamma = 0$, 20, 60 şi 80° şi $U_f = 205$ V, iar în oscilograma 18 curentul permanent de mers în gol. Procesele tranzitorii pe cele trei faze sînt independente, curbele de variaţie a curentului pe o fază pentru diferite valori ale lui γ rezultînd ca în curentul monofazat [8], [9]. Influenţa valorii tensiunii de alimentare asupra mărimii primului şoc al curentului pe una dintre faze rezultă din figura 9. În această figură sînt date curbele primului şoc al curentului I_A, funcţie de unghiul γ, calculate după caracteristica de magnetizare [8]. Punctele însemnate cu (×) sînt obţinute pe cale experimentală. Pentru variaţiile mici ale tensiunii de alimentare se obţin variaţii cu atît mai mari ale şocului maxim de conectare a curentului, cu cît saturaţia circuitului magnetic creşte. Cu creşterea unghiului γ, variaţiile primului şoc, al curentului de conectare cu tensiunea, scad foarte mult. Asupra amortizării curentului tranzitoriu, experimental, se trag aceleaşi concluzii ca şi în cazul curentului monofazat [8].

În cazul conexiunii Y_0d se obţin, pentru un sistem de tensiuni simetrice de alimentare, aceleaşi oscilograme ca la conexiunea Y_0y. Un dezechilibru al fazelor, făcînd să crească curentul din secundar, influenţează asupra alurii curbelor, şocul maxim de conectare crescînd.

În figura 10 se dau oscilogramele 19—27 ale curenţilor pentru conexiunea Yy. Rezultatele experimentale confirmă concluziile obţinute prin calcule. Apariţia inducţiei $B_0(t)$ datorită condiţiei (4) modifică forma şi valoarea maximă

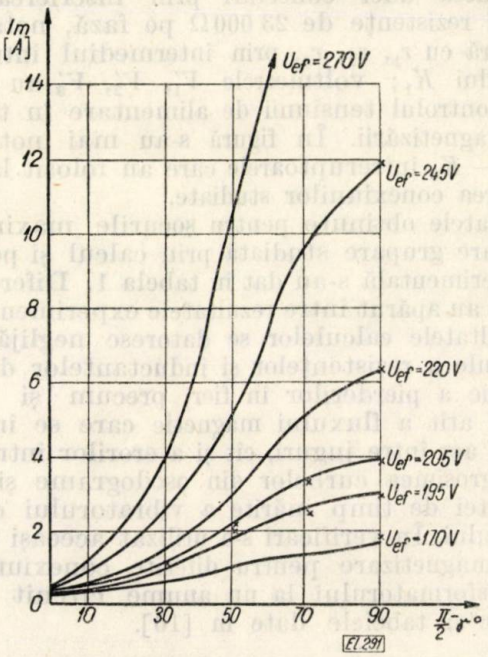


Fig. 9. Variaţia primului şoc de curent în funcţie de momentul conectării pentru diverse tensiuni de alimentare.

a curbei curenţilor în raport cu saturaţia circuitului magnetic. Cum pentru tensiunea de încercare saturaţia circuitului este mică ($bB_m = 3$), curbele curenţilor nu sînt mult distor-

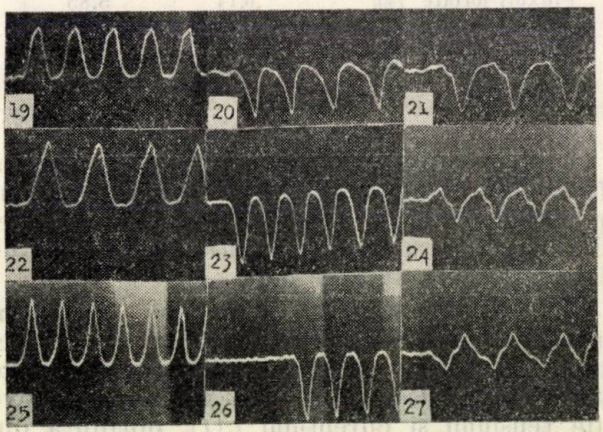


Fig. 10. Oscilogramele curenţilor la conectarea transformatoarelor trifazate cu fluxuri libere cu conexiunea Yy pentru diverse momente de conectare.

sionate. De exemplu, curentul i_A la $\gamma = 0$ nu prezintă forma de şa pronunţată, corespunzătoare lui i_2 din figura 2, valorile lor maxime scăzînd însă faţă de conexiunea Y_0y, după cum rezultă din tabela 1. Pentru $\gamma = 30°$ apare pe

una dintre faze curentul tranzitoriu simetric față de axa timpului de valoare 1/3 din valoarea lui i_0 la conexiunea Y_0y.

În cazul conexiunii Dy s-a aplicat o tensiune pe fază $\sqrt{3}.210$ V, saturația circuitului magnetic crescînd simțitor. Curbele curenților pe fază din oscilograme au aceeași alură ca în cazul conexiunii Yy_0; valoarea lor maximă corespunzînd tensiunii de alimentare este dată în tabela 1. Datorită concordanței dintre rezultatele calculelor și oscilograme, acestea din urmă nu au mai fost prezentate.

Oscilogramele curenților pe fază în cazul conexiunii Yd au rezultat mult apropiate de cele obținute în cazul conexiunii Yy fluxuri forțate. În figura 11, în oscilogramele 28—30, se arată curentul tranzitoriu din secundar, la

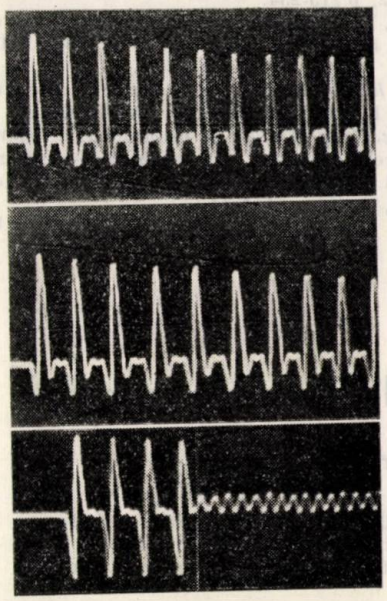


Fig. 11. Oscilogramele curenților din secundar la conectarea transformatoarelor trifazate cu fluxuri libere cu conexiunea Yd pentru diverse momente de conectare.

această conexiune, datorit armonicii 3 și multiplu de 3 al inducției, iar în oscilograma 31, curentul secundar permanent $I_d = 0{,}084$ A. Valoarea maximă dată în tabela 1 și forma curbei curenților tranzitorii sînt apropiate de cele rezultate din calcule, șocurile maxime rezultînd puțin mai mari decît în cazul conexiunii Yy.

3.3. Transformatoarele cu fluxuri forțate. Nu s-au mai reprezentat caracteristicile de magnetizare U_m (I_m) ce au fost obținute după indicațiile date în [6] pentru coloanele transformatorului. În figura 12 sînt date oscilogramele 32—40 ale curenților i_A, i_B, i_C, pentru $\gamma = 0$, 15, 30°, pentru $U_f = 210$ V la conexiunea Yy, care verifică rezultatele obținute prin calcule, forma curbelor fiind asemănătoare celor date în figura 3. Șocul maxim la această grupare, obținut experimental în oscilograme, rezultă mai mic decît cel obținut din calcul, datorită neglijării fluxului de dispersie care se închide prin aer.

La conexiunea Y_0y se fac aceleași constatări ca și în cazul precedent.

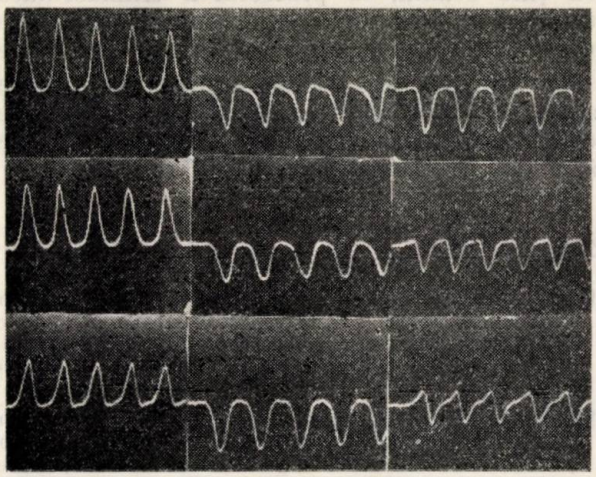


Fig. 12. Oscilogramele curenților la conectarea transformatoarelor trifazate cu fluxuri forțate cu conexiunea Yy pentru diverse momente de conectare.

La conexiunea Dy, aplicîndu-se pe fază o tensiune $U_f = \sqrt{3}.220$V, valorile maxime vor corespunde inducției maxime corespunzătoare tensiunii de alimentare. Forma curbelor pentru curenții de fază și linie verifică rezultatele obținute din calcule, nemaifiind prezentate.

4. Concluzii

a. Relațiile de calcul date aproximează în mod satisfăcător fenomenele reale care se petrec la conectarea transformatoarelor trifazate, fapt verificat pe cale experimentală.

b. La conexiunile Y_0y și Dy, curenții maximi de conectare pe fază sînt asemănători cu cei din monofazat, pentru aceeași lungime medie a circuitului magnetic. La conexiunea Dy curenții de linie maximi rezultă cu puțin mai mari ca în monofazat. Pentru conexiunile Yy și Yd fluxuri libere și forțate, șocurile maxime rezultă mai mici decît în curentul monofazat, forma curbelor și valorile șocurilor maxime depinzînd foarte mult de saturația circuitului magnetic.

c. La conectarea transformatoarelor trifazate pot apărea curenți amortizați simetrici față de axa timpului în următoarele cazuri: pentru conexiunile Yy și Yd fluxuri libere și forțate la trecerea prin valoarea maximă a uneia dintre tensiunile de fază și la conexiunea Y_0y pe conductorul neutru; pentru conexiunea Dy la unul dintre curenții de linie, cînd tensiunea de linie trece prin valoarea maximă.

d. Valorile maxime ale curenților tranzitorii simetrici depășesc valorile maxime ale curentului permanent de mers în gol, iar la unele grupări pot depăși cu mult valoarea curentului nominal al transformatorului.

e. Este necesar a se face, de la caz la caz, calculul curenților de conectare, pentru a se putea ține seamă, la proiectarea transformatorului, de micșorarea acestor curenți și de alegerea judicioasă a aparatajului de protecție.

La înregistrarea oscilogramelor și interpretarea lor teoretică s-a primit un sprijin deosebit din partea tov. ing. Saviuc V., cercetător la Academia R.P.R., filiala Iași.

Bibliografie

[1] *Saviuc, V., Corlățeanu, V.* și *Murgu, Z.* Regimul tranzitoriu la conectarea transformatoarelor monofazate. În : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **10** (1959), fasc. 2, p. 159-176.

[2] *Saviuc, V., Corlățeanu, V.* și *Murgu Z.* Regimurile tranzitorii la conectarea și deconectarea transformatoarelor monofazate cu sarcină capacitivă. În : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **10** (1959), fasc. 1, p.30-50.

[3] *Corlățeanu, V.* și *Saviuc, V.* Regimurile tranzitorii la conectarea și deconectarea transformatoarelor monofazate. In : Electrotehnica **9**, nr. 1, 1961, p.15-25.

[4] *Borym, A. T.* O broske namognicivoiușcevo toka pri veliucenii transformatora. In : Elektricestvo, nr. 2, 1957, p. 38-40.

[5] *Saviuc, V., Corlățeanu, V.* și *Murgu, Z.* Regimurile tranzitorii la conectarea transformatoarelor trifazate. In : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **XI** (1960), fasc. 2, p. 215-228.

[6] *Murgu, Z.* Date asupra curentului de mers în gol al transformatoarelor trifazate. In : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **XIII** (1962), fasc.1. p. 135-140.

[7] *Murgu, Z.* Dispozitiv pentru conectarea circuitelor electrice la o anumită fază a tensiunii. In : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **XII** (1961), fasc. 1. p.86-90.

[8] *Corlățeanu, V. Saviuc, V.* și *Murgu, Z.* Rezultate experimentale obținute la conectarea transformatorului monofazat. In : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **XII** (1961), fasc. 2, p.215-234.

[9] *Kurtz, E.B.* Transformer current and power inrushes under load. In : Electr. engineer. august 1937, p.989-994.

[10] *Eike, E.* și *Emde, F.* Tabliți funcții s formulami i krivîmi. In : Fizmatghiz, Moscova, 1959.

[11] *Saviuc, V.* și *Murgu, Z.* Funcționarea bobinei saturate în curent alternativ. În : Studii și cercetări ale Acad. R.P.R. filiala Iași ; fizică și științe tehnice, anul **XI** (1960), fasc.1. p.111-117.

Intrat în redacție la 8.V.1963.

Timpul de răspuns al unui divizor de tensiune ecranat*

Gheorghe Hortopan** — București

În tehnica impulsului de înaltă tensiune se folosesc divizoarele de tensiune : rezistiv, capacitiv, mixt rezistiv-capacitiv paralel, mixt rezistiv-capacitiv serie, cu și fără ecrane.

Divizorul de tensiune rezistiv ecranat, elaborat de autor, are performanțele prevăzute de recomandările CEI.

CZ 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82

În tehnica impulsului de înaltă tensiune sînt cunoscute următoarele tipuri de divizoare de tensiune :

— rezistiv ; capacitiv ; mixt-rezistiv-capacitiv paralel ; mixt rezistiv-capacitiv serie.

Teoria acestor divizoare de tensiune este, în general, bine cunoscută. Astfel, Pașin [1] dezvoltă mai ales teoria divizorului capacitiv, Howard analizează aspectul teoretic general al tuturor tipurilor de divizoare cu neglijarea inductivității proprii a divizorului [2], Asner [3] acordă atenție mare atît liniei de racord între generatorul de impuls și divizor, cît și metodelor experimentale pentru determinarea răspunsului tranzitoriu la treapta unitară, Pasche [4] face observații asupra divizorului rezistiv ecranat. Trebuie menționat că noile recomandări CEI [5] stabilesc valori pentru timpul de răspuns al divizorului de tensiune. În cadrul sesiunii CEI din anul 1962 s-a considerat că valorile timpului de răspuns, cuprinse în recomandările menționate, sînt foarte severe pentru înregistrarea tensiunii de impuls tăiate.

Dintre toate divizoarele de tensiune folosite în tehnica impulsului, divizorul rezistiv ecranat oferă avantajul unui racord comod la osciloraful catodic și din această cauză este preferat în multe laboratoare de înaltă tensiune.

În cadrul lucrării de față se expun cîteva considerații teoretice asupra divizorului rezistiv ecranat și se arată pe baza măsurărilor experimentale în ce măsură se pot satisface cerințele recomandărilor CEI la acest tip de divizor.

* Această lucrare a fost prezentată la sesiunea electrotehnicienilor, care s-a ținut la Weimar în anul 1963.

** Conf. *ing. G. Hortopan* lucrează la Institutul de cercetări electrotehnice din București.

Răspunsul tranzitoriu al divizorului rezistiv neecranat

În figura 1 este indicat un element al divizorului de tensiune rezistiv, fără ecran, unde

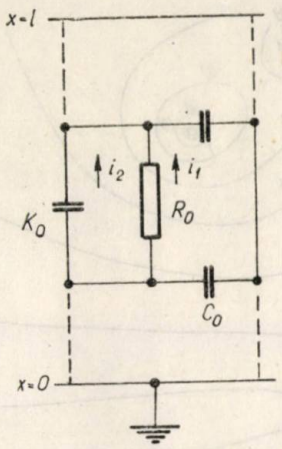


Fig. 1. Un element al divizorului rezistiv.

inductivitatea elementului este neglijată. R_0 C_0 și K_0 sînt constante ale elementului de lungime. La extremitatea $x = 0$ divizorul este legat la pămînt, iar la extremitatea $x = 1$ se aplică tensiunea de impuls U, de formă dreptunghiulară. Răspunsul la această undă la distanța x față de pămînt și la timpul t, de la aplicarea undei, conform anexei 1, este:

$$u(x,t) = U\left\{\frac{x}{l} + \right.$$

$$\left. + \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^k \sin(k\pi x/l)}{k(1+k^2\pi^2 K/C)}\exp.\left[-\frac{k^2\pi^2 t}{R(C+k^2\pi^2 K)}\right]\right\} \quad (1)$$

unde R, C, K sînt valori de rezistență, capacitate transversală și capacitate longitudinală ale întregului divizor. Relația (1) mai poate fi simplificată în două etape. Astfel, dacă se observă că $\sin(k\pi x/)l \approx k\pi x/l$ se obține:

$$u(x,t) = U\frac{x}{l}\left\{1+2\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^k}{1+k^2\pi^2 K/C}\right.$$

$$\left.\exp.\left[-\frac{k^2\pi^2 t}{R(C+k^2\pi^2 K)}\right]\right\}. \quad (2)$$

Dacă se apreciază că valoarea lui K este mică față de C, deci se poate considera $K \approx 0$, se obține:

$$u(x,t) = U\frac{x}{l}\left[1+2\sum_{k=1}^{\infty}(-1)^k \exp.\left(-\frac{k^2\pi^2 t}{RC}\right)\right]. \quad (3)$$

În relația (3) raportul x/l se poate înlocui cu r/R, unde r este rezistența brațului de joasă tensiune al divizorului. Înlocuirea raportului x/l cu n/N unde n este numărul de elemente ale brațului de joasă tensiune și N ale întregului divizor, așa cum se face uneori, apare nepotrivită, deoarece divizorul nu constă în elemente înseriate, ci este bobinat continuu.

Divizorul rezistiv ecranat ca divizor mixt paralel rezistiv-capacitiv

Așa cum arată relația (3) răspunsul tranzitoriu, inițial, este dependent de capacitatea față de pămînt. După un timp mai îndelungat ($t \to \infty$) repartiția tensiunii de-a lungul divizorului este liniară.

Pentru a obține un divizor rezistiv cu o comportare bună inițială ar trebui ca divizorul să fie așezat într-un cîmp electric uniform. Practic, aceasta înseamnă ca divizorul să fie plasat între două plăci metalice orizontale, de suprafață mare, placa inferioară fiind legată la pămînt. În acest mod, divizorul ar fi ferit și de influența parazitară a obiectelor învecinate. Dar, acest raționament nu ține seamă de faptul că divizorul însuși este conductor și ca urmare are capacitate față de pămînt. Din această cauză condiția ca divizorul să fie așezat într-un cîmp electric uniform trebuie să fie îndeplinită ținînd seamă atît de capacitatea ecranului față de pămînt, cît și de capacitatea proprie a divizorului față de pămînt. Dacă condiția menționată este îndeplinită se obține un divizor mixt paralel rezistiv-capacitiv. Din condiția repartiției tensiunii în mod egal atît pe condensatoare cît, și pe rezistențe, se obține:

$$RK = R_x K_x. \quad (4)$$

Repartiția tensiunii pe rezistență fiind independentă de repartiția pe condensatoare, întreg divizorul se poate asimila cu rezistența R, la care se conectează în paralel capacitatea K.

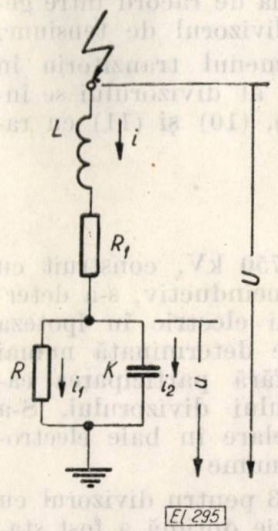


Fig. 2. Circuitul echivalent al liniei de racord (L, R_1) și al divizorului ecranat (R, K).

Influența liniei de racord

Racordul dintre generatorul de impuls și divizorul de tensiune constă dintr-o linie aeriană, lungă de cîțiva metri. Dacă se neglijează capacitatea față de pămînt, precum și rezistențele echivalente pierderilor, linia de racord se înlocuiește cu rezistența R_1 și inductivitatea L, așa cum se explică în figura 2. În aceeași figură divizorul rezistiv ecranat este înlocuit cu

rezistența echivalentă R și capacitatea echivalentă K. La aplicarea tensiunii dreptunghiulare de amplitudine U la borna de înaltă tensiune a divizorului se obține, așa cum se arată în anexa 2, răspunsul u, în funcție de:

$$\delta = \frac{1}{2} \cdot \frac{R R_1 K + L}{K L R}, \tag{5}$$

$$\omega_0^2 = \frac{R + R_1}{K L R}, \tag{6}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}, \tag{7}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2},$$

$$a = \frac{1}{KL}. \tag{8}$$

Astfel se obține:

a) pentru $\omega_0^2 > \delta^2$ un fenomen oscilant amortizat:

$$u = U \frac{a}{\omega_0^2}\left[1 - e^{-\delta t}\left(\cos \omega_1 t + \frac{\delta}{\omega_1} \sin \omega_1 t\right)\right], \tag{9}$$

b) pentru $\delta^2 > \omega_0^2$ un fenomen aperiodic:

$$u = U \frac{a}{\omega_0^2}\left[1 - e^{-\delta t}\left(\operatorname{ch} \omega_2 t + \frac{\delta}{\omega_2} \operatorname{sh} \omega_2 t\right)\right], \tag{10}$$

c) pentru cazul limită teoretic $R_1 \to 0$ și $R \to \infty$, o funcție sinusoidală:

$$u = U \frac{a}{\omega_0^2}(1 - \cos \omega_1 t). \tag{11}$$

Variantele a și b sînt reprezentative, iar cazul c) ne oferă o imagine asupra fenomenului în lipsa amortizării pe linia de racord între generatorul de impuls și divizorul de tensiune.

Pentru a obține fenomenul tranzitoriu în brațul de joasă tensiune al divizorului se înmulțesc expresiile din (9), (10) și (11) cu raportul r/R.

Măsurări

Pentru un divizor de 750 kV, construit cu sîrmă rezistivă bobinată neinductiv, s-a determinat repartiția cîmpului electric în ipoteza că această repartiție este determinată numai de ecranul divizorului, fără participarea capacității proprii a corpului divizorului. S-a obținut astfel, prin modelare în baie electrolitică, două imagini, și anume:

a) imaginea din figura 3 pentru divizorul cu ecran inelar, a cărui poziție optimă a fost stabilită experimental;

b) imaginea din figura 4 pentru același divizor, cu ecran conic.

După cum rezultă din figurile 3 și 4, repartiția cîmpului electric nu este liniară, și anume liniile echipotențiale se îndesesc în regiunea din apropierea ecranului. Divizorul cu ecran co-

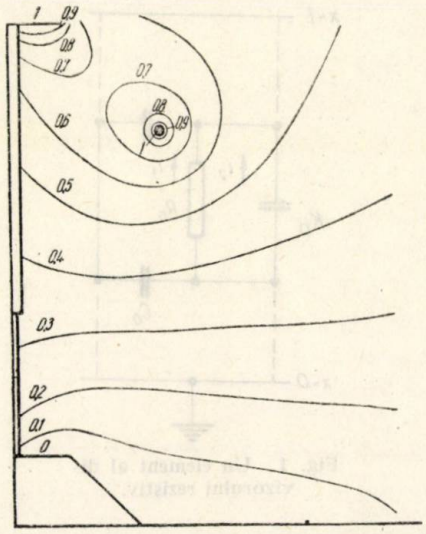


Fig. 3. Imaginea cîmpului electric, în baie electrolitică, a divizorului de 750 kV, cu ecran inelar.

nic prezintă o repartiție mai bună decît cel cu ecran inelar.

Comportarea divizorului este ușor îmbunătățită prin bobinarea sîrmei pe două tensiuni

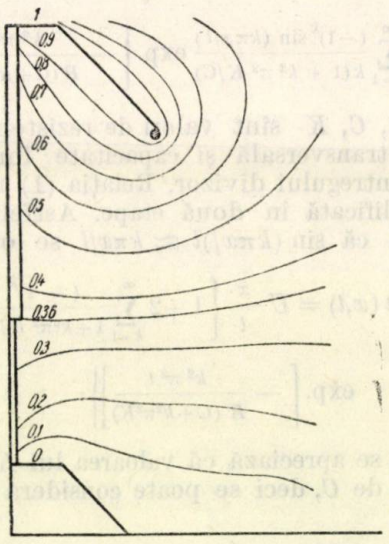


Fig. 4. Imaginea cîmpului electric, în baie electrolitică, a divizorului de 750 kV, cu ecran conic.

de diametre diferite, ceea ce provoacă o repartiție neuniformă a rezistenței, de-a lungul divizorului [6].

În figura 5 este dată fotografia divizorului de 750 kV cu ecran inelar.

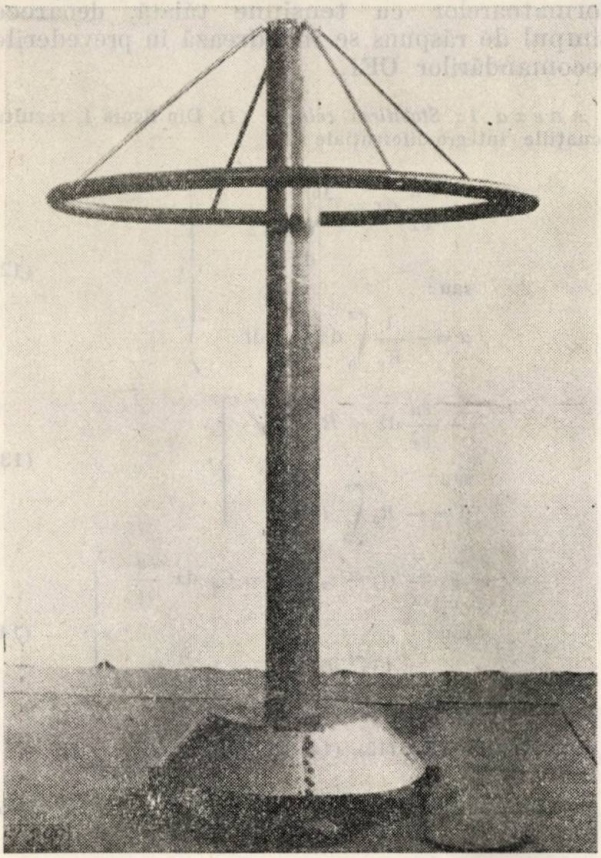


Fig. 5. Fotografia divizorului de tensiune de 750 kV, ecranat.

Tabela 1

Capacitatea divizorului rezistiv ecranat

Nr.	Condițiile măsurării	Capacitatea, pF
1	cu ecran inelar	74,7
2	cu ecran conic	81,8
3	fără ecran	49,6
4	aportul ecranului inelar	25,1
5	aportul ecranului conic	32,2

În tabela 1 sînt date valorile capacității diferitelor elemente ale divizorului cu și fără ecran. Capacitatea ecranului, deși intervine apreciabil, rămîne inferioară capacității tubului bobinat.

Timpul de răspuns al sistemului de măsură în ansamblu s-a determinat folosind ca sursă de înaltă tensiune primul etaj, cu o capacitate $C_s = 0{,}15\ \mu F$, al unui generator de impuls, după schema din figura 6. O asemenea schemă folosește un echipament existent și se poate realiza comod în orice laborator de înaltă tensiune. Eclatorul de amorsare ZF este prevăzut cu trigger, iar eclatorul auxiliar HF constă dintr-un vas pentru încercarea uleiului, la care electrozii de cupru au fost înlocuiți cu electrozi de fier [3]. Se consideră astfel că unda

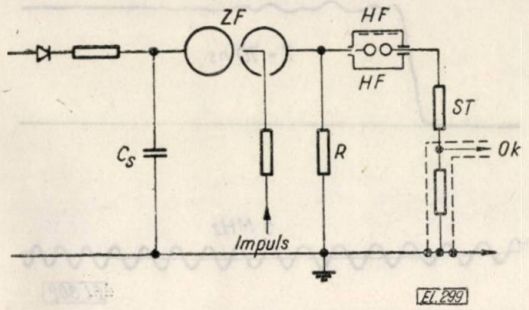


Fig. 6. Etalonarea divizorului de tensiune :
C_s – condensator de impuls 0,15 μF, 150 kV ; ZF – eclator de amorsare cu trigger ; R – rezistență cu apă ; HF – eclator auxiliar cu electrozi de fier ; ST – divizor de tensiune ; Ok – oscilograful catodic.

de impuls aplicată este practic dreptunghiulară.

Timpul de răspuns s-a determinat conform recomandărilor CEI [5] din oscilogramele in-

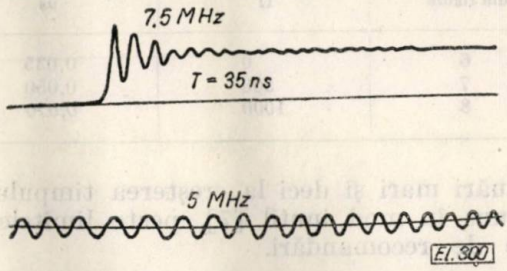


Fig. 7. Oscilograma timpului de răspuns pentru $R_1 = 0$; $T = 35$ ns.

dicate în figurile 7, 8 și 9 pentru trei valori ale rezistenței serie R_1 din figura 5. Așa cum rezultă din figura 7 și tabela 2, la valoarea $R_1 = 0$, se constată oscilații puternice ale răspunsu-

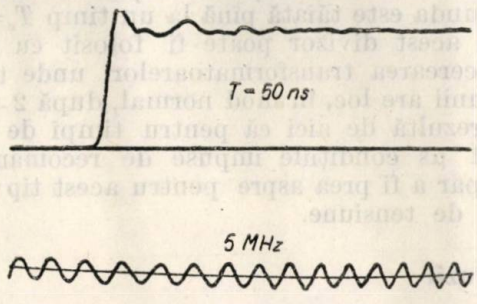


Fig. 8. Oscilograma timpului de răspuns pentru $R_1 = 500\,\Omega$; $T = 50$ ns.

lui tranzitoriu, iar curba înregistrată are forma apropiată de cea dată de relația (11). Cu cît rezistența de amortizare este mai mare, cu atît oscilațiile undei sînt mai reduse, și timpul

de răspuns este mai mare. Mai trebuie precizat că timpul de răspuns obținut în tabela 2 s-a realizat conectînd divizorul de tensiune cu oscilograful catodic, cu un cablu de tele-

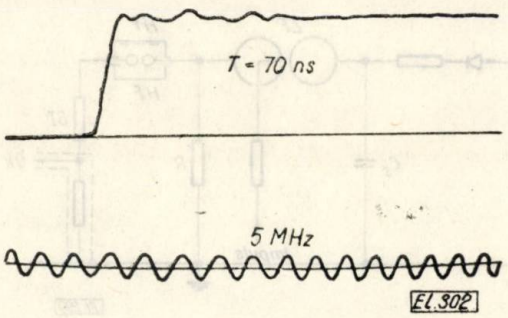


Fig. 9. Oscilograma timpului de răspuns pentru $R_1 = 1000\,\Omega$; $T = 70$ ns.

viziune scurt, sub 30 m. Efectuarea acestei legături cu un cablu de întîrziere conduce la

Tabela 2

Timpul de răspuns al divizorului ecranat

Oscilograma din figură	Rezistența R_1, Ω	Timpul de răspuns, μs
6	0	0,035
7	500	0,050
8	1000	0,070

atenuări mari și deci la creșterea timpului de răspuns în mod inutil [7], peste limitele admise de recomandări.

Dacă se face referire la timpul de răspuns :

0,2 μs pentru tensiuni tăiate pe spate;

0,05 T_c pentru tensiuni tăiate pe front,

unde T_c este timpul de tăiere a tensiunii, conform recomandărilor CEI, se poate constata din tabela 2 că divizorul de tensiune construit satisface cerințele menționate în cazul cînd unda este tăiată pînă la un timp $T_c = 1\,\mu s$, adică acest divizor poate fi folosit cu succes la încercarea transformatoarelor, unde tăierea tensiunii are loc, în mod normal, după 2—3 μs. Mai rezultă de aici că pentru timpi de tăiere sub 1 μs condițiile impuse de recomandările CEI par a fi prea aspre pentru acest tip de divizor de tensiune.

Concluzii

Modelarea divizorului de tensiune în baia electrolitică oferă o imagine a cîmpului electric *numai pentru ecranul supus tensiunii înalte*, ceea ce se poate admite numai în prima etapă ($t \to 0$), la aplicarea tensiunii de impuls.

Teoria divizorului de tensiune rezistiv ecranat conduce la teoria divizorului mixt rezistiv-capacitiv, paralel.

Din măsurările experimentale rezultă că divizorul rezistiv ecranat poate fi folosit, la tensiuni de ordinul 750 kV, la încercarea transformatoarelor cu tensiune tăiată, deoarece timpul de răspuns se încadrează în prevederile recomandărilor CEI.

Anexa 1: *Stabilirea relației (1).* Din figura 1, rezultă ecuațiile integro-diferențiale :

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial u}{\partial x}\,\mathrm{d}x &= \frac{\int_0^t i_2\,\mathrm{d}t}{K_0}\,\mathrm{d}x \\ \text{sau :}\quad u &= -\frac{1}{K_0}\int_0^x \mathrm{d}x \int_0^t i_2\,\mathrm{d}t \end{aligned}\right\}, \tag{12}$$

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial u}{\partial x}\,\mathrm{d}x &= R_0\,\mathrm{d}x\,i_1 \\ \text{sau :}\quad u &= -R_0\int_0^x i_1\,\mathrm{d}x \end{aligned}\right\}, \tag{13}$$

$$\left.\begin{aligned} -\frac{\partial}{\partial x}(i_1 + i_2)\,\mathrm{d}x &= C_0\,\mathrm{d}x\,\frac{\partial u}{\partial t} \\ \text{sau :}\quad u &= -\frac{1}{C_0}\int_0^t \frac{\partial i_1}{\partial x}\,\mathrm{d}t - \frac{1}{C_0}\int_0^t \frac{\partial i_2}{\partial x}\,\mathrm{d}t \end{aligned}\right\}. \tag{14}$$

Din ecuațiile (12), (13), (14) se obține :

$$u = \frac{1}{R_0 C_0}\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\int_0^t \mathrm{d}t + \frac{K_0}{C_0}\,\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}. \tag{15}$$

Dacă se notează $\mathfrak{L}u = \mathfrak{U}$, aplicînd transformata Laplace ecuației (15) se obține :

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{U}}{\partial x^2} - \lambda^2 \mathfrak{U} = 0 \tag{16}$$

unde :

$$\lambda^2 = \frac{\gamma^2 p}{\rho^2 + p};\quad \gamma^2 = \frac{C_0}{K_0};\quad \rho = \frac{1}{K_0 R_0}. \tag{17}$$

Soluția generală a ecuației (16) este :

$$\mathfrak{U} = A\,\mathrm{e}^{\lambda x} + B\,\mathrm{e}^{-\lambda x}. \tag{18}$$

Ținînd seama de condițiile la limită : pentru $x = 0$, $u = 0$ pentru $x = l$, $u = u_l$ se obține :

$$\mathfrak{U} = \frac{\operatorname{sh}\lambda x}{\operatorname{sh}\lambda_1}\,\mathfrak{U}_1. \tag{19}$$

Pentru a obține funcția original din relația (1) se folosește formula dezvoltării a lui Heaviside :

$$u(t) = \frac{F(0)}{G(0)} + \sum_{i=1}^{k}\frac{F(p_i)}{p_i\,G'(p_i)}\,\mathrm{e}^{-p_i t} \tag{20}$$

unde :

$$\frac{F(0)}{G(0)} = U\,\frac{x}{1};\quad p_i = -\frac{k^2\pi^2}{R\,(C + k^2\pi^2 K)};$$

$$\frac{F(p)}{p_i\,G'(p_i)} = \frac{2U\sin(K\pi x/1)}{(-1)^k\,K\pi\,(1 + k^2\pi^2 K/C)}.$$

Anexa 2: Stabilirea relațiilor (9), (10), (11). Ecuațiile diferențiale ale circuitului din figura 2 sînt:

$$U = L\frac{di}{dt} + R_1 i + u, \tag{21}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}, \tag{22}$$

$$i_1 = \frac{u}{R}, \tag{23}$$

$$i_2 = K\frac{du}{dt}. \tag{24}$$

Din relațiile (21), (22), (23), (24) rezultă:

$$KL\frac{d^2u}{dt^2} + \left(R_1 K + \frac{L}{R}\right)\frac{du}{dt} + \left(\frac{R_1}{R}+1\right)u = U. \tag{25}$$

Prin aplicarea transformatei Laplace ecuației (25) se obține:

$$\mathfrak{U} = \frac{Ua}{p}\cdot\frac{1}{p^2 + 2p\delta + \omega_0^2}. \tag{26}$$

Funcția original depinde de diferența $\omega_0^2 - \delta^2$ care poate fi pozitivă sau negativă, așa cum s-a precizat în relațiile(9) și (10).

Bibliografie

[1] *Paşin, M. F.* Deliteli naprajenia dlia generatora impulsnih napriajenîi bolşoi moşnosti. Elektricestvo, 1956, nr. 5, p. 26–31.

[2] *Howard, P. R.* Errors in Recording Surge Voltage. Proc. of the Inst. of El. Eng. Part. II, vol. **99**, nr. 70, 1952, p. 371–383.

[3] *Asner, A.* Neue Erkenntnisse über die Messung sehr hoher rasch verändlicher Stosspannungen mittels Spanunngsteiler. Promotionsarbeit. Aschmann Scheller, Zürich, 1960.

[4] *Paasche, P.* Hochspannungsmessungen. VEB Verlag Technik, Berlin, 1957.

[5] CEI Publication 60; Recommandation pour la technique des essais à haute tension. Genève, 1962.

[6] *Hylten-Cavallius.* Essais de choc et erreurs de mesure. ASEA Revue **29**, 1957, nr. 4, p. 63–72.

[7] *Hortopan, G.* Contribuția ICET la rezolvarea problemelor de încercare la impuls. Electrotehnica **10**, 1962, nr. 6, p. 226–230.

Intrat în redacție la 21.VI.1963.

Echipament electric pentru electrofiltre*

Dan Finţescu, Romulus Zăroni, Bianca Şerbănescu, Apolodor Herlea, Elena Lapedatu** – București

Se prezintă agregatul redresor de înaltă tensiune pentru alimentarea electrofiltrelor, care este realizat cu ventile de seleniu și comandat prin amplificatoare magnetice.

Se tratează schemele cu amplificatoare magnetice și tranzistoare care realizează protecția și semnalizarea, precum și schemele funcționale ale sistemului de reglare automată a agregatului redresor, care au fost tratate detaliat într-o altă lucrare.

CZ 621.319.52.001/002

1. Generalități

Electrofiltrele sînt instalații electrice care produc purificarea gazelor prin reținerea particulelor solide aflate în suspensie, fie pentru a nu impesta atmosfera în cazul în care sînt evacuate gazele, fie pentru scopuri tehnologice.

Funcționarea electrofiltrului se bazează pe acțiunea cîmpului electric asupra particulelor aflate în acel cîmp, care, datorită sarcinii electrice cu care se încarcă, sînt atrase de electrozii de polaritate diferită pe care se depun.

Deși ideea purificării gazelor industriale cu ajutorul unui cîmp electric este cunoscută de mai bine de un secol, electrofiltrul nu s-a putut realiza decît în ultimele decenii, o dată cu punerea la punct a construcției transformatorului de înaltă tensiune și a redresorului care redresează tensiunea înaltă alternativă în tensiune înaltă continuă [1], [2], [3].

2. Principiile de funcționare a electrofiltrelor

În esență, un electrofiltru se compune dintr-una sau mai multe camere înseriate în circuitul gazelor. În interiorul acstor camere se găsesc, montați în paralel, electrozi prevăzuți din loc în loc cu vîrfuri ascuțite, plasați în fața unor plăci metalice legate la pămînt, care, cu ajutorul unui sistem mecanic sau hidraulic, pot fi periodic curățate. Camerele de filtrare sînt prevăzute la partea inferioară cu pîlnii de evacuare și de recuperare a prafului colectat. Electrozii suspendați sînt conectați la borna negativă a tensiunii înalte, în timp ce plăcile metalice și borna pozitivă a tensiunii înalte sînt legate la pămînt. Între cele două feluri de electrozi ia naștere un cîmp electric. Dacă tensiunea înaltă este suficient de ridicată, în

* Această lucrare a fost expusă la sesiunea științifică de electrotehnică a Institutului politehnic – București, din 18 decembrie 1962.

** Ing. *D. Finţescu* este șeful laboratorului de acționări electrice al Institutului de cercetări electrotehnice; ing. *R. Zăroni* este cercetător principal, iar ing. *B. Şerbănescu*, ing. *A. Herlea* și ing. *E. Lapedatu* sînt cercetători la același laborator.

jurul electrozilor negativi ia naştere efectul corona, adică un gradient de potenţial foarte puternic, care creează o zonă de ionizare prin şoc. Aceasta generează în regiunea spaţială dintre electrozi la o emisie secundară, formîndu-se ioni pozitivi şi negativi, precum şi electrozi liberi. În cîmpul electric existent, ionii pozitivi se îndreaptă spre electrodul negativ, iar ionii negativi şi electronii, spre electrozii pozitivi. Particulele de praf aflate în suspensie în fumul de evacuare, care parcurge camera de filtrare, se încarcă cu sarcină negativă şi sînt precipitate spre electrozii pozitivi de captare, cu o viteză care poate ajunge pînă la 10 m/s. În contact cu electrodul de captare, aceste particule îşi pierd sarcina lor electrică unindu-se între ele şi formînd conglomerate care se elimină prin pîlnia de evacuare a camerei de filtrare, fie prin scuturarea periodică a electrozilor pozitivi cu ajutorul unui sistem mecanic, fie cu ajutorul unor ploi artificiale care spală electrozii.

Buna funcţionare a unui electrofiltru este ilustrată prin valoarea randamentului sau a coeficientului de epurare a gazelor, definit ca raportul dintre cantitatea de praf reţinută şi cantitatea de praf conţinută în fum. Acest raport poate avea valori cuprinse între 0,9 şi 0,99 şi, probabil, chiar mai mari.

Coeficientul de epurare ε se poate exprima [4] prin relaţia:

$$\varepsilon = 1 - e^{\frac{-Fv}{100\,M}}, \qquad (1)$$

unde:

F este suprafaţa de depunere a electrozilor pozitivi, m^2;
v — viteza medie de deplasare a particulelor încărcate spre electrozii de depunere, m/s;
M — debitul de gaze (m^3/s) la temperatura t°C.

Viteza de deplasare a particulelor încărcate electric este definită, la rîndul ei, prin relaţia:

$$v = \frac{EQ}{3\,\pi\eta\,d}, \qquad (2)$$

unde:

E este intensitatea cîmpului electric, V/m;
Q — cantitatea de electricitate a particulelor, AS;
η — viscozitatea dinamică a gazului, kgs/cm;
d — diametrul particulei, mm.

Înlocuind expreia (2) în relaţia (1), se deduce pentru ε expresia:

$$\varepsilon = 1 - \exp.\left(-\frac{FEQ}{M \cdot 3\pi\eta\,d \cdot 100}\right) = 1 - e^{-A}. \qquad (3)$$

După cum se observă, mărimea coeficientului de epurare este funcţie de valoarea exponentului A. Acesta, la rîndul lui, nu poate varia decît o dată cu valorile E şi Q, deoarece mărimile F şi M sînt constante pentru un filtru dat, iar η şi d sînt dependente de procesul tehnologic de fabricaţie şi nu pot fi influenţate din exterior.

Cum şi Q este funcţie de intensitatea cîmpului electric E, rezultă că gradul de epurare ε creşte exponenţial cu creşterea intensităţii cîmpului electric E sau, dacă se consideră valoarea medie a lui $E = \frac{U}{S}$ (S fiind distanţa dintre electrozi), ε creşte exponenţial cu creşterea valorii tensiunii de alimentare a electrozilor. Tensiunea optimă de funcţionare a electrofiltrului trebuie să aibă o valoare imediat inferioară tensiunii de străpungere a amestecului gaz-praf. Pe de altă parte, s-a determinat experimental o corelaţie între eficienţa unui electrofiltru şi numărul de descărcări parţiale care apar datorită efectului corona, prin eficienţă înţelegîndu-se raportul dintre puterea consumată prin efect corona şi puterea absorbită de electrofiltru. Această corelaţie este ilustrată prin curba de variaţie a eficienţei, în procente, în funcţie de numărul de descărcări parţiale pe minut, curbă dată în figura 1 [12].

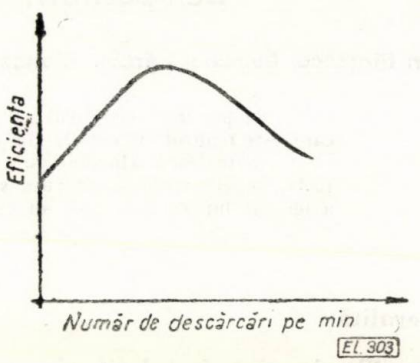


Fig. 1. Variaţia eficienţei de filtrare în funcţie de frecvenţa descărcărilor.

Din figură se deduce că, pentru un electrofiltru dat, tensiunea optimă de funcţionare, care corespunde unui coeficient de epurare maxim, este funcţie de numărul de descărcări parţiale din electrofiltru.

Datorită caracteristicii tensiune-curent a descărcării corona, mici variaţii în tensiunea de alimentare pot produce mari modificări în curent şi putere. Acestea au loc, în special, în regiunea tensiunii de străpungere, unde puterea mare consumată prin efect corona creşte de patru—cinci ori mai repede decît tensiunea de vîrf [13]. Tensiunea mare şi puterea mare consumate prin efect corona duc deci la o eficienţă mare. Pe de altă parte, o tensiune prea mare duce la o frecvenţă foarte mare de descărcări parţiale, care, de data aceasta, reduce eficienţa.

Desigur că există o tensiune optimă de la care creşterea tensiunii duce la o micşorare a eficienţei prin pierderile care rezultă din străpungeri. Prin străpungere s-a înţeles un fenomen aleatoriu tranzitoriu de şoc de curent de durată foarte scurtă, considerabil mai mic decît 1/10 din durata unei perioade a tensiunii de alimentare, spre deosebire de un arc de putere, care este o descărcare continuă şi care durează de la cîteva perioade pînă la sute de perioade. În timp ce o străpungere are numai un mic efect asupra eficienţei de desprăfuire, un arc este un fenomen dezastruos pentru performanţe, şi trebuie evitat. În practică, caracteristicile electrice ale camerelor de precipitare variază mult nu numai de la o instalaţie la alta, dar se modifică în timp chiar la o aceeaşi instalaţie. Variaţiile în procesul de fabricaţie şi depozitul de praf de pe electrozi influenţează asupra tensiunii, curentului şi străpungerilor.

3. Elementele componente ale instalaţiei de alimentare a electrofiltrelor

Pînă în ultimii ani, instalaţia electrică de alimentare a unui electrofiltru se compunea, în general, dintr-un transformator monofazat de înaltă tensiune, alimentat pe primar prin intermediul unui autotransformator reglabil. Tensiunea înaltă alternativă obţinută la secundarul transformatorului era redresată cu ajutorul unui redresor mecanic, format dintr-un sistem de electrozi ficşi şi mobili, aceştia din urmă fiind antrenaţi de un motor asincron sincronizat (fig. 2).

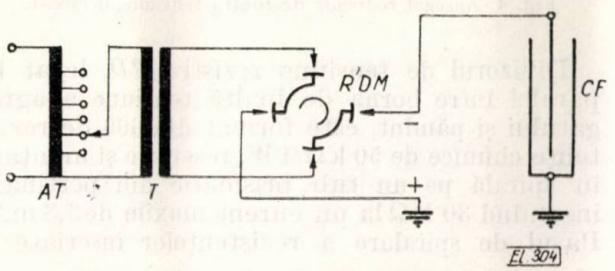


Fig. 2. Schema de principiu a unei instalaţii cu redresor mecanic.

Instalaţiile de acest fel pot fi realizate la o tensiune de 50—70 kV_{max} şi un curent mediu de valori cuprinse între 80—150 mA. Dezavantajul mare al echipamentului electric descris constă în imposibilitatea practică de stabilire şi menţinere a unui regim optim de funcţionare. Un alt dezavantaj al echipamentului electric cu redresor mecanic îl constituie capacitatea sa de redresare limitată, ceea ce, în cazul unităţilor industriale cu debit important al gazelor de evacuare, implică punerea în paralel a două sau trei instalaţii. În funcţionarea redresorului mecanic apar şi alte inconveniente, ca de exemplu: posibilităţi de defectare uşoară (dereglări), paraziţi numeroşi, supratensiuni datorită colectorului, funcţionare zgomotoasă etc.

Soluţiile moderne de realizare a echipamentului electric pentru filtre au căutat să elimine în măsură cît mai mare dezavantajele enumerate mai sus, ţinînd seamă, totodată, de cerinţele construcţiei unor astfel de echipamente, ca:

— eficienţă de filtrare cît mai mare;

— eliminarea necesităţii supravegherii instalaţiei în funcţiune de către personalul de exploatare;

— utilizarea maximă a echipamentului în domeniul larg de variaţie a procesului tehnologic şi a condiţiilor de funcţionare care se întîlnesc în majoritatea cazurilor;

— asigurarea unei durate mari de funcţionare;

— reducerea la minimum a cheltuielilor de exploatare.

Introducerea redresoarelor cu seleniu [5] în locul redresorului mecanic şi a amplificatorului magnetic [6], [7] în locul transformatorului reglabil sub sarcină a făcut posibilă realizarea unor scheme moderne conform acestor cerinţe. De asemenea, introducerea amplificatoarelor magnetice în partea de reglare (de mică putere) a permis unele îmbunătăţiri ale schemelor de reglare. În general, în aceste scheme tensiunea în filtru este controlată prin reglare discontinuă bipoziţională sau tripoziţională, realizată prin mijloace electromecanice sau electronice-mecanice. Astfel, schema Siemens [8], [9] asigură în filtru o tensiune de forma „dinţi de ferăstrău" prin reglare bipoziţională. Tensiunea creşte proporţional cu timpul în lipsa descărcărilor, datorită unui servomotor comandat de un releu şi care acţionează un potenţiomtru de excitare a unui amplificator magnetic de comandă. La apariţia arcului electric, un releu comută motorul în sens invers şi scade tensiunea cu o anumită valoare determinată, după care releul comută din nou motorul în sensul creşterii tensiunii. Un procedeu similar utilizează schema Sturtewant (Anglia), cu deosebirea că servomotorul acţionează asupra unui transformator reglabil fără contacte.

O schemă foarte modernă anunţată în literatură [10], despre care nu există însă informaţii că ar fi intrat într-o instalaţie livrată, este aceea a firmei AEG, care realizează reglarea tensiunii în electrofiltru în funcţie de numărul de descărcări parţiale, printr-o reglare electronică tripoziţională, şi comanda cu releu în trepte a excitării amplificatorului de reglare a tensiunii în filtru. Schema este prevăzută cu un limitator electronic cu număr minim şi cu număr maxim de descărcări. Cînd numărul de descărcări este cuprins între limite, tensiunea în filtru se păstează constantă. Cînd limi-

tele sînt depăşite, releul păşeşte cu cîte o treaptă, după o temporizare stabilită, pînă la trecerea sub limită.

Scheme americane, funcţionînd cu reglare continuă, utilizează mijloace electronice, în special circuite cu tiratroane [11], [12], [13].

4. Elementele componente ale instalaţiei pentru electrofiltre ICET

Instalaţia cuprinde un agregat de alimentare a electrofiltrului, un dulap care conţine elementele de comandă şi reglare automată şi un divizor rezistiv de tensiune pentru măsurarea tensiunii înalte continue aplicată pe electrozii din camera de precipitare. Agregatul de alimentare a electrofiltrului este compus dintr-un transformator monofazat de 0,5/100 kV — 30 kVA, un redresor de înaltă tensiune format din 13 200 celule seleniu cu dimensiunea de 33 × × 33 mm, montat în punte monofazată, şi un amplificator magnetic de putere în montaj autosaturat, înseriat cu primarul transformatorului, şi care permite reglarea continuă a tensiunii (fig. 3).

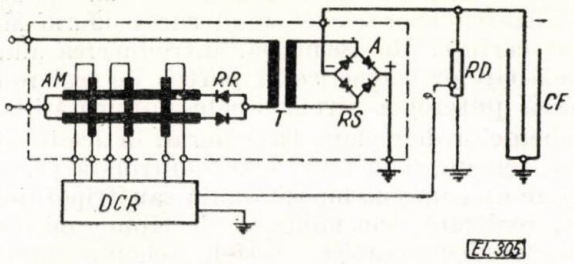


Fig. 3. Schema de principiu a instalaţiei realizate la ICET.

Miezul magnetic al transformatorului este alcătuit din tablă silicioasă laminată la rece, cu cristale orientate, care permite funcţionarea la o inducţie de 16 000 gauss. Bobinajele de joasă tensiune şi de înaltă tensiune sînt dispuse pe o coloană a transformatorului, ceea ce duce la micşorarea gabaritului pe direcţie verticală, micşorare cerută de aşezarea lui în cuvă, după cum rezultă din figura 4, şi la creşterea tensiunii de scurtcircuit la o valoare care atrage după sine micşorarea curentului de scurtcircuit de lovitură.

Transformatorul monofazat, amplificatorul magnetic de putere şi redresorul de înaltă tensiune sînt introduşi într-o cuvă cu ulei prevăzută cu ţevi de răcire, cu dimensiuni de gabarit de 900 × 1 400 × 2 500 mm. Caracteristicile amplificatorului magnetic de putere împreună cu celelalte sînt redate într-o altă lucrare a autorilor [14].

Pe capacul cuvei se găsesc montate redresoarele de reacţie *RR* formate din două ventile de siliciu de 50 A/600 V tensiune inversă, borna de înaltă tensiune formată dintr-un izolator de trecere de 35 kV tip exterior pentru alimentarea electrofiltrului, conservatorul de ulei, borna de punere la pămînt a tensiunii înalte de polaritate pozitivă etc.

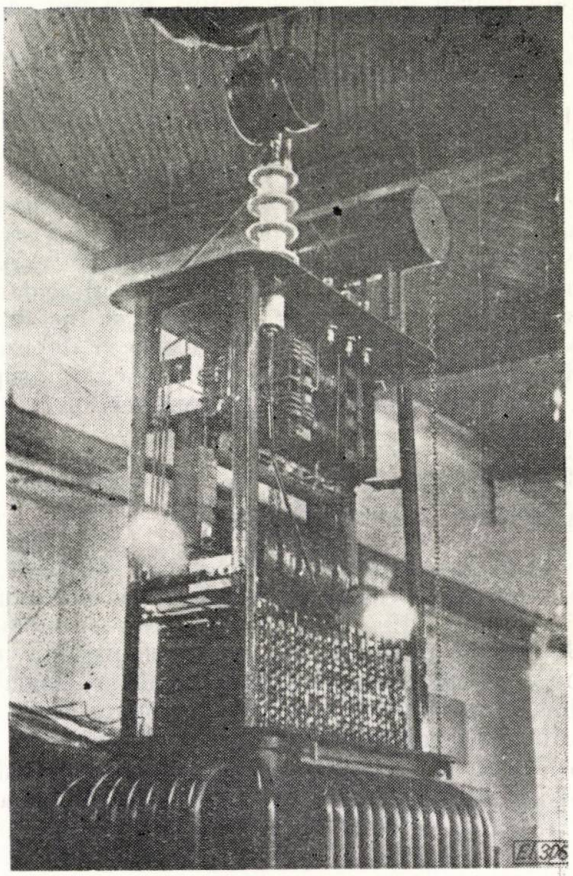


Fig. 4. Agregat redresor de înaltă tensiune, decuvat.

Divizorul de tensiune rezistiv *RD*, legat în paralel între borna de înaltă tensiune a agregatului şi pămînt, este format din 600 de rezistenţe chimice de 50 kΩ/1 *W*, înseriate şi montate în spirală pe un tub prismatic din pertinax, însumînd 30 MΩ la un curent maxim de 3,3 mA. Pasul de spiralare a rezistenţelor înseriate a

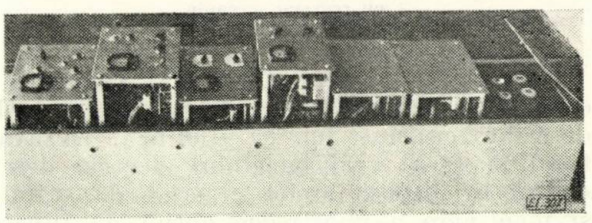


Fig. 5. Echipament de comandă şi automatizare.

fost mărit la spirele de intrare şi de ieşire a divizorului, operaţie dovedită necesară în cursul experimentărilor. Divizorul de tensiune este introdus într-un tub de policlorură

de vinil, etanș, pentru protecția contra prafului și a murdăririi.

Dulapul de comandă și reglare automată *DCR* (fig.5) cuprinde blocurile funcționale repartizate în șapte sertare, fiecare sertar constituind o unitate funcțională.

4.1. Redresorul de înaltă tensiune

Pentru redresorul de înaltă tensiune s-a pus problema alegerii între ventile cu siliciu, cu germaniu sau cu seleniu. Legarea în serie a unui număr mare de ventile cu siliciu sau germaniu prezintă unele dificultăți. Curba tensiune-curent în sens invers la ventilele cu siliciu are o pantă foarte lină (sub tensiunea Zener), iar curentul invers fiind același pentru toate ventilele legate în serie, tensiunea se repartizează inegal în așa măsură încît apare posibilitatea să fie depășită tensiunea de străpungere pentru unele dintre ventile. De asemenea, existînd o dependență pronunțată a curentului invers de temperatură, acesta, dublîndu-se cu fiecare 16°C de creștere a temperaturii, impune măsuri de protecție pentru fiecare ventil în parte.

La redresoarele cu seleniu, legarea în serie a sute și chiar mii de ventile nu prezintă dificultăți și nu necesită măsuri de protecție speciale.

Realizarea redresorului de înaltă tensiune cu ventile cu siliciu reprezintă la ora actuală o soluție mai costisitoare decît dacă se utilizează ventile cu seleniu. Din această cauză s-a adoptat soluția construirii redresorului de înaltă tensiune din ventile cu seleniu.

Calculul redresorului de înaltă tensiune, care trebuie să asigure o tensiune redresată de 80 kV și un curent redresat de 300 mA, debitînd pe sarcină capacitivă, s-a efectuat în modul expus mai jos.

În cazul punții monofazate debitînd pe sarcina capacitivă, valoarea efectivă a tensiunii inverse pe ventil în funcție de valoarea maximă a tensiunii de alimentare a punții este :

$$U_{i\cdot ef} = \sqrt{\frac{\int_0^{2\pi}\left(\frac{U_{max} - U_{max}\sin\omega t}{2}\right)^2 \mathrm{d}t}{2\pi}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\, U_{max}. \quad (4)$$

$$U_{i\cdot ef} = 0{,}612 \;\; U_{max}. \quad (5)$$

În general caracteristic pentru fabricația ventilelor cu semiconductoare este faptul că oricît de pus la punct ar fi procesul tehnologic, nu se obțin riguros aceleași valori pentru curba tensiune-curent, aceasta putînd să varieze între limite destul de largi. Ventilele cu seleniu fabricate la noi în țară se sortează în clase de 25 V_{ef} 30 V_{ef} 35 V_{ef} și 40 V_{ef}, în funcție de tensiunea lor inversă.

Această notație înseamnă că într-un montaj de redresare monoalternanță, ventilul debitînd pe o rezistență, tensiunea de alimentare a montajului în valoare efectivă este de 25—40 V_{ef}. În aceste condiții, valoarea medie a curentului invers prin ventil este de 0,25—0,8 mA/cm², iar valoarea efectivă a tensiunii inverse U_{ief}, la care este solicitat ventilul este dată în tabela 1.

Tabela 1

Clasa ventilului	25 V_{ef}	30 V_{ef}	35 V_{ef}	40 V_{ef}
$U_{alimentare}$ *în valoare efectivă*	25	30	35	40
$U_{alimentare}$ *în valoare maximă*	35,2	42,3	49,3	56,4
$U_{i.ef}$	17,65	21,15	24,65	28,20

Pentru respectarea valorii tensiunii inverse pe ventil și în cazul funcționării în punte monofazată cu sarcină capacitivă, cu ajutorul relației (5), care exprimă tensiunea inversă, și al tabelei 1, s-a calculat pentru fiecare clasă de ventile valoarea efectivă a tensiunii care se poate aplica punții; valorile respective sînt date în tabela 2.

Tabela 2

Clasa ventilului	25 V_{ef}	30 V_{ef}	35 V_{ef}	40 V_{ef}
$U_{alimentare}$ *în valoare efectivă*	20,2	24,5	28,5	32,5
$U_{alimentare}$ *în valoare maximă*	28,5	34,5	40,0	46,0
$U_{i.ef}$	17,65	21,15	24,65	28,20

La redresoarele pentru tensiune înaltă, unde este necesară legarea în serie a mii de ventile, este dificil să se aleagă din fabricația curentă ventile dintr-o singură clasă. Ținînd seamă că repartiția procentuală între ventilele de 25 V_{ef}, 30 V_{ef}, 35 V_{ef} și 40 V_{ef} variază între loturile de fabricație, dar că procentul este maxim (50 — 60%) pentru ventilele de 30 V_{ef}, ventilele de 25 V_{ef}, 35 V_{ef} și 40 V_{ef} fiind, în general, în procentaj de 10—15 %, calculul numărului de ventile necesar se poate face pentru ventilele de 30 V_{ef}.

Raportul dintre valoarea tensiunii redresate și tensiunea aplicată punții variază atît în funcție de valoarea rezistenței de sarcină, cît și de cea a capacității :

$$U_{-red.} = (1{,}2 - 1{,}4) \;\; U_{\sim alimentare}. \quad (6)$$

Am luat acoperitor : $U_{-red.} = 1{,}2 \;\; U_{\sim alimentare}$.

Deci :

$$U_{\sim alimentare} = \frac{80\,000}{1{,}2} = 66\,500 \;\; V_{ef}.$$

Numărul de ventile necesar pe fiecare braț al punții este :

$$N_b = \frac{66\,500}{24{,}5} = 2\,700 \text{ ventile.}$$

Pentru a ține seamă de fluctuațiile în repartiția procentuală a ventilelor în clase am luat un coeficient de siguranță de 20%. Numărul de ventile pe braț rezultă deci:

$$N_b = 1{,}2 \times 2\,700 = 3\,240 \text{ ventile.}$$

Numărul total al ventilelor în punte este:

$$N = 4\,;\ N_b = 12\,960 \text{ ventile.}$$

Pentru echilibrarea brațelor punții s-au distribuit ventilele de diverse tensiuni uniform pe brațele punții. În acest scop s-a făcut o resortare a ventilelor înainte de montaj, determinîndu-se tensiunea inversă a ventilelor la aceeași valoare a curentului invers mediu (2mA).

Sortarea ventilelor a fost făcută cu ajutorul unei scheme care permite aplicarea pe ventil a unei tensiuni monoalternante numai în sensul de blocare.

După sortare, ventilele au fost montate în coloane, fiecare coloană fiind alcătuită din 40 de ventile cu aceeași tensiune inversă.

Conform prescripțiilor CEI, izolația dintre ventilele redresorului și axul pe care sînt asamblate trebuie să suporte timp de un minut o tensiune alternativă de frecvență de 50 Hz, a cărei valoare efectivă este dată de relația:

$$E_p = \frac{2\,U_{max}}{\sqrt{2}} + 1\,000 \ (V_{ef}). \qquad (7)$$

U_{max} este valoarea maximă a tensiunii care apare între bornele redresorului în condiții nominale de lucru. În cazul nostru cea mai mare tensiune se aplică pe coloanele asamblate cu ventile de 40 V_{ef} și este de 1 600 V_{ef}. Rezultă:

$$E_p = \frac{2\sqrt{2}\cdot 1\,600}{2} + 1\,000 = 4\,200 \ V_{ef}.$$

Axele de montaj au fost izolate cu mai multe straturi de lac tereftalic care, după tratamentul termic la 350°C, a asigurat o izolație bună și rezistență din punct de vedere mecanic. Protecția stratului de lac s-a făcut cu un tub de țesătură de bumbac. Înainte de montaj, izolația axului a fost încercată la 5 kV_{ef}, timp de un minut.

Pentru a evita apariția supratensiunilor între ax și ventilele montate pe ax, s-a dat acestuia un potențial fix, prin legarea galvanică a unui capăt al coloanei redresoare la ax. În acest mod fiecare ax al redresorului are un potențial bine determinat, și tensiunea maximă efectivă care poate să apară între ventile și ax este de 1 600 V_{ef}.

Alegerea dimensiunii ventilelor s-a făcut în funcție de curentul pe care trebuie să-l debiteze puntea și de condițiile de răcire. Redresorul de înaltă tensiune al electrofiltrului funcționează în ulei la temperatura de 50—55°C. Redresoarele cu seleniu, care funcționează cu răcire în ulei, admit o încărcare de 5—1,5 I_{nom} aer, în funcție de temperatura uleiului (40—60°C. Pentru funcționarea în ulei la temperatura de 50 — 55°C se poate lua $I = 2\ I_{nom}$. Ținînd seamă de aceste caracteristici a rezultat că dimensiunea de ventile [|] 33 mm este cea mai apropiată de necesitate. Pentru aceste ventile montate în punte monoalternanță cu răcire naturală în aer, $I_{ncm} = 350$ mA, deci $I_{ef.nom} = 385$ mA_{ef}. Funcționînd în ulei curentul admisibil este $I_{ef} = 2 \times 385 = 770$ mA_{ef}. Valoarea curentului redresat pentru filtru fiind de 300 mA, valoarea efectivă a acestui curent poate ajunge, datorită existenței amplificatorului *AM* (fig. 3), pînă la 660 mA_{ef}.

Deoarece la montarea ventilelor în serie nu se impun restricții în privința neuniformității căderii de tensiune s-au folosit ventile cu cădere de tensiune cuprinsă între 0,4—0,65 V la curentul redresat nominal.

Forma exterioară a cuvei a rezultat din calculul de încălzire.

5. Schema-bloc funcțională

Schema-bloc funcțională a echipamentului de comandă, reglare automată și protecție a agregatului redresor de înaltă tensiune pentru electrofiltru este prezentată în figura 6.

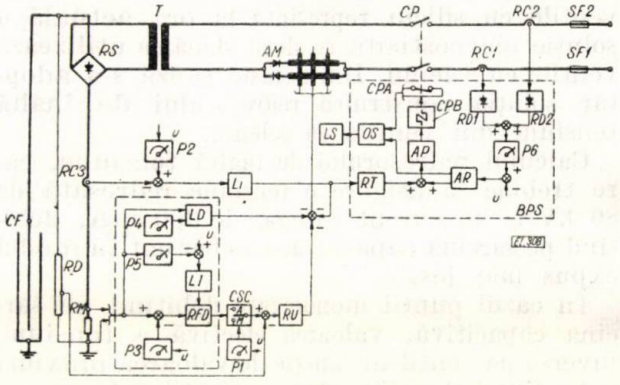


Fig. 6. Schema funcțională a ansamblului electric.

În circuitul primar al transformatorului *T* se află, afară de amplificatorul magnetic de reglare *AM*, contactorul principal *CP*, transformatoarele de curent *RC1* și *RC2* și siguranțele fuzibile SF*1* și *SF2*.

După cum s-a arătat puntea redresoare *RS*, transformatorul de înaltă tensiune *T* și amplificatorul magnetic *AM* alcătuiesc agregatul de înaltă tensiune care este montat într-o cuvă cu ulei, iar echipamentul de comandă, reglare automată și protecție este montat într-un pupitru de comandă.

Echipamentul de automatizare a agregatului permite două moduri de funcționare: manuală și automată, în funcție de modul cum se face impunerea tensiunii înalte. Cu ajutorul comutatorului *CSC*, de selecție a comenzii,

pe poziția *M* se realizează comanda manuală a tensiunii redresate. Se obține astfel o funcționare în regim de redresor stabilizat la tensiune constantă și limitare automată a curentului. Valoarea tensiunii stabilizate se impune prin potențiometrul *P1*.

Stabilizarea tensiunii redresate se realizează prin regulatorul de tensiune *RU*, care comandă amplificatorul magnetic *AM*. Regulatorul de tensiunea este comandat de diferența dintre tensiunea de referință impusă prin potențiometrul *P1* și o fracțiune a tensiunii redresate (reglate) obținute de la divizorul rezistiv *RD*.

Limitarea automată a curentului la valori reglabile este realizată de limitatorul de curent *Li*, care comandă dezexcitarea amplificatorului magnetic *AM* în cazul cînd curentul debitat de redresorul *RS* și redus prin reductorul *RC3* depășește semnalul obținut de la potențiometrul de polarizare *P2*. Cu ajutorul acestuia se impune valoarea curentului limită.

Comutatorul *CSC* în poziția *A* realizează comanda automată a tensiunii redresate în funcție de efectul corona în camera de filtrare, astfel încît se obține o frecvență constantă a descărcărilor corona. Mărimea frecvenței descărcărilor se stabilește prin potențiometrul *P3*.

În cazul funcționării cu comandă automată, regulatorul de tensiune *RU* este comandat de diferența dintre tensiunea de referință dată de regulatorul de frecvență *RFD* și tensiunea obținută de la divizorul *RD*. La rîndul său, regulatorul de frecvență a descărcărilor *RFD* este comandat de diferența dintre o tensiune de referință luată de la potențiometrul *P3* și valoarea medie a pulsurilor de curent care se produc în camera de filtrare în timpul descărcărilor. Aceste pulsuri sînt extrase și prelucrate de către regulatorul de frecvență din tensiunea care apare la bornele rezistenței de măsură *RM*.

În anumite regimuri tehnologice de funcționare a filtrului, descărcările corona, care în mod obișnuit se sting de la sine, în fracțiuni de perioadă, persistă, degenerînd în arcuri electrice de putere permanente, care trebuie stinse rapid. Aceasta se realizează de către limitatorul de durată a descărcării *LD*, care comandă dezexcitarea amplificatorului *AM*, pînă la anularea tensiunii redresate. Limitatorul de durată a descărcării este comandat de pulsațiile de curent din camera de filtrare și îndeplinește funcțiunea unui releu cu întîrziere la anclanșare între 2,5 și 12,5 perioade, întîrziere reglabilă prin potențiometrul *P4*. Comanda de anulare a tensiunii este bruscă, iar revenirea tensiunii, după stingerea arcului, se face exponențial, pentru a evita apariția unor supratensiuni tranzitorii care ar declanșa reînceperea arcului. Revenirea se face la o tensiune inferioară celei la care s-a produs arcul datorită intervenției regulatorului de descărcări.

Tot asupra regulatorului de frecvență a descărcărilor *RFD* acționează, într-un etaj intermediar, limitatorul *LI* de curent mediu de durată. Acțiunea acestui limitator este similară cu o creștere a frecvenței descărcărilor, în cazul cînd semnalul de curent din camera de filtrare, dozat prin potențiometrul *P5* depășește tensiunea de polarizare (*u*). Potențiometrul *P5* se fixează la valoarea nominală a curentului pe care îl poate asigura redresorul de înaltă tensiune. Limitatorul de curent mediu de durată intră în acțiune în regimurile tehnologice în care nu se produc descărcări la încărcarea nominală a agregatului.

În funcționarea cu comandă automată, limitatorul de curent *Li*, despre care s-a vorbit anterior, este reglat la o valoare de curent superioară valorii curentului nominal al redresorului și servește la limitarea curentului în timpul arcurilor de putere. Acest limitator determină declanșarea contactorului principal *CP*, prin intermediul blocului de protecție și semnalizare *BPS*, dacă limita de curent impusă este depășită într-un timp reglabil între 0,5 și 2 s.

Elementele schemei-bloc descrise au fost realizate cu circuite cu amplificatoare magnetice și tranzistoare, așa cum s-a arătat într-o altă lucrare a autorilor [14].

În blocul de protecție și semnalizare *BPS* se află amplificatorul în două etaje *AP*, care comandă bobina *CPB* a contactorului principal. Acțiunea amplificatorului *AP* asupra bobinei *CPB* se realizează prin șuntarea acestei bobine, care este înseriată cu o rezistență, ceea ce are ca efect deconectarea contactorului. Intrarea în funcțiune a amplificatorului *AP* se face la primirea unui semnal de la releul temporizat electronic. *RT* care la rîndul său este comandat de limitatorul de curent *Li*.

Deconectarea contactorului principal în cazul unei suprasarcini de durată este însoțită de aprinderea intermitentă a lămpii de semnalizare *LS*. O dată cu deconectarea contactorului principal se stabilește legătura dintre contactele sale auxiliare *CPA*, determinîndu-se astfel pornirea oscilatorului *OS*, care produce aprinderea intermitentă a lămpii de semnalizare *LS*. Stingerea lămpii de semnalizare se face de la butonul de oprire, o dată cu scoaterea întregii instalații de sub tensiune.

La apariția unor curenți de scurtcircuit în circuitul primar al transformatorului *T*, semnalul primit de la transformatoarele de curent *RC1* și *RC2* redresat cu ajutorul redresoarelor *RD1* și *RD2* și dozat de potențiometrul *P6*, depășește tensiunea de referință *u*. În acest caz amplificatorul în regim de releu bistabil *AR*, basculează și comandă, pe de o parte, prin amplificatorul *AP* deconectarea contactorului principal *OP*, iar pe de altă parte,

prin blocarea oscilatorului *OS* cu tensiunea de ieşire maximă, produce aprinderea constantă a lămpii *LS*. Stingerea lămpii *LS* şi revenirea amplificatorului *AR* în poziţia iniţială se fac tot prin comandarea butonului de oprire a instalaţiei.

6. Blocul de protecţie şi semnalizare (BPS)

Schemele circuitelor de protecţie şi semnalizare care alcătuiesc împreună blocul de protecţie şi semnalizare *BPS*, sînt arătate în figurile 7 şi 8.

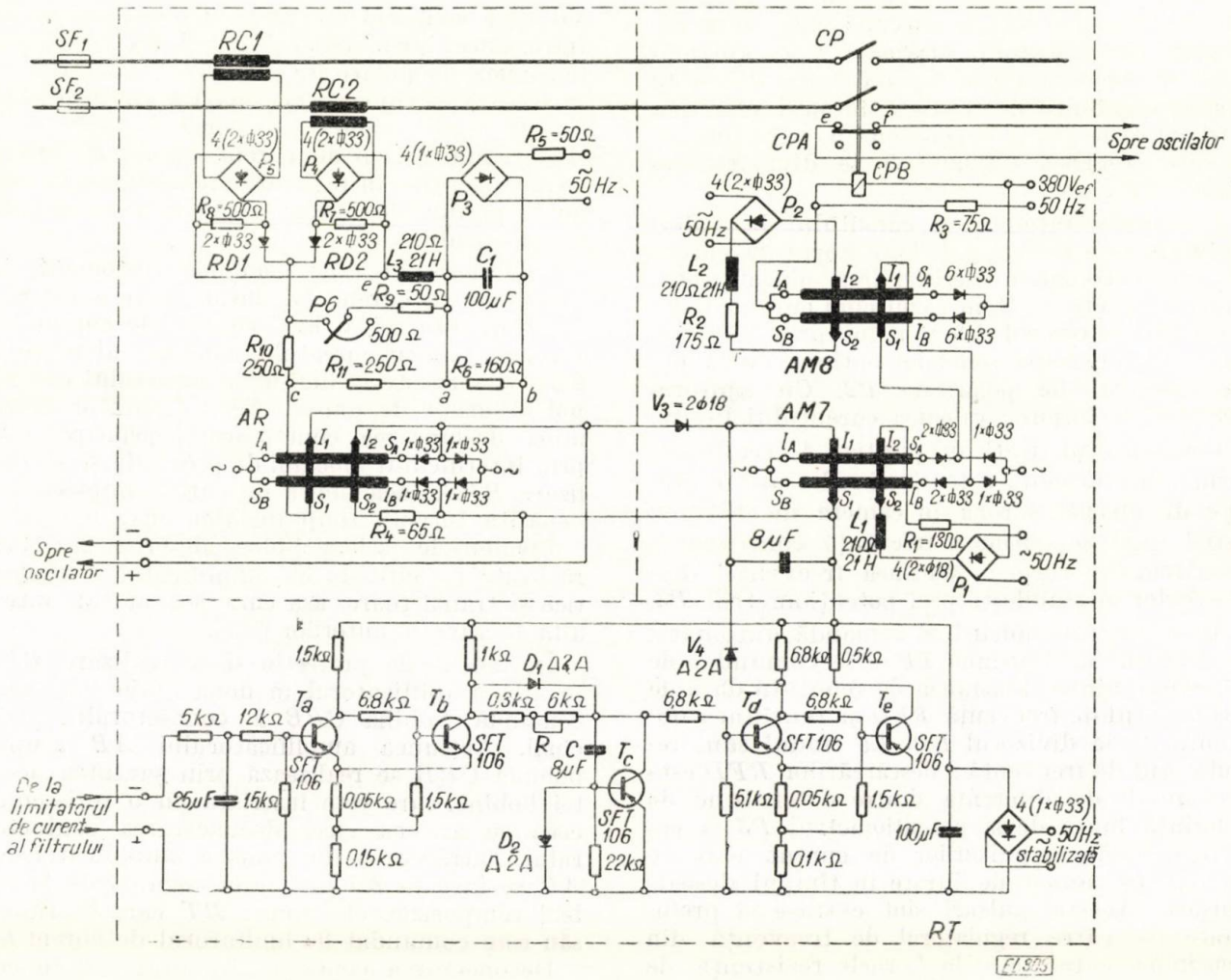


Fig. 7. Schema electrică a blocului de protecţie şi semnalizare *BPS*.

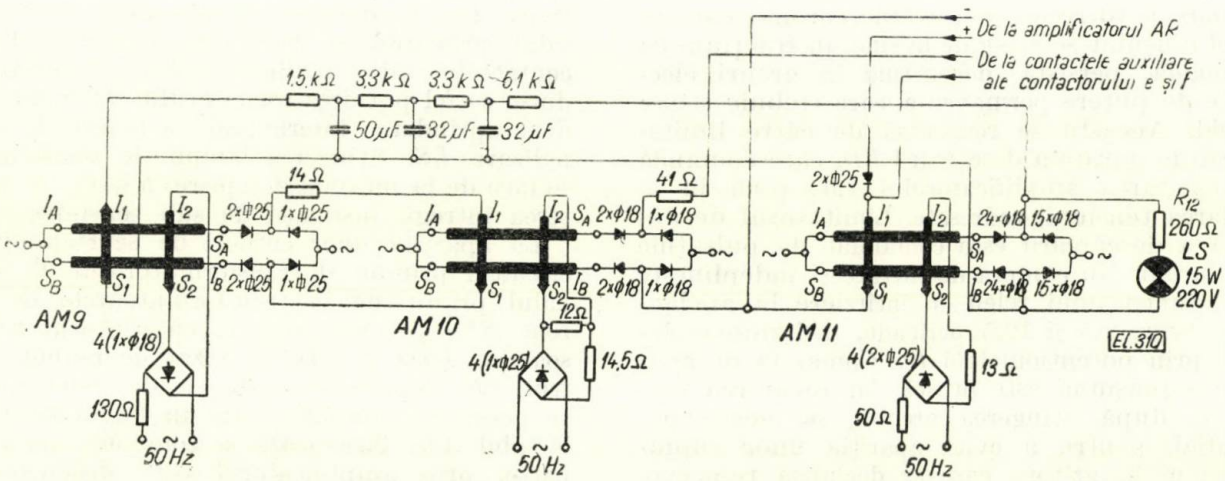


Fig. 8. Schema electrică a oscilantului magnetic de semnalizare *OS*.

După cum s-a arătat în cadrul descrierii schemei-bloc, dacă durata suprasarcinii în filtru depășește un timp impus, releul temporizat RT trimite un semnal în înfășurarea I_1S_1 a amplificatorului magnetic $AM7$. Timpul după care lucrează releul temporizat este reglabil între 0,5 și 2 s, prin intermediul potențiometrului „durata supraintensității" (P_4), după necesitatea tehnologică. Caracteristicile constructive ale amplificatorului $AM7$ sînt arătate în tabelele 3 și 4.

unea aplicată pe acest ansamblu este de 380 V_{ef}. Atît timp cît amplificatorul $AM8$ nu primește comandă prin înfășurarea I_1S_1, pe bobina contactorului se aplică o tensiune suficientă pentru a-l menține anclanșat; la apariția curentului de magnetizare în înfășurarea I_1S_1, amplificatorul $AM8$ șuntează bobina contactorului producînd deconectarea acestuia.

Ansamblul circuitului de deconectare (amplificatoarele magnetice $AM7$ și $AM8$), care formează amplificatorul în două etaje AP și releul temporizat tranzistorizat RT (schema-bloc figura 6) asigură protecția la suprasarcină a instalației. Timpul de la apariția suprasarcinii, și deci a unui semnal dat de limitatorul de curent, și pînă la deconectarea contactorului principal este reglabil datorită existenței releului temporizat. În cazul cînd suprasarcina dispare mai repede decît durata la care era fixat releul temporizat să lucreze, acesta, deși a primit semnalul de la limitatorul de curent, nu îl transmite mai departe și instalația continuă să rămînă în funcțiune.

Posibilitățile de protecție a instalației la scurtcircuit, pe partea de joasă tensiune, sînt următoarele:

— scurtcircuit între fazele de alimentare a circuitului primar;

— scurtcircuitul uneia dintre fazele de alimentare la masă;

— apariția unui curent prea mare în primar, datorită unei suprasarcini în secundar.

Montajul de protecție este compus din două transformatoare de curent RC_1 și RC_2 conectate la fazele de alimentare a circuitului primar după ieșirea din siguranțele SF_1 și SF_2, și un amplificator magnetic AR în regim de releu bistabil, ca element de comandă a circuitului de deconectare (după cum se vede în figura 7). Amplificatorul magnetic AR, ale cărui date constructive sînt cuprinse în tabelele 3 și 4, este prevăzut cu două înfășurări de comandă. Înfășurarea I_2S_2 înseriată cu R_4 se

Tabela 3

Caracteristicile amplificatoarelor din blocul BPS

Denumirea amplificatorului în schemă	Tipul* amplificatorului	$I_A S_A = I_B S_B$		$I_1 S_1$		$I_2 S_2$	
		no (spire)	sîrmă izolată Ø (mm)	n1 (spire)	sîrmă izolată Ø (mm)	n2 (spire)	sîrmă izolată Ø (mm)
AR	AMSU-1a	1 580	0,30	500	0,2	400	0,30
$AM7$	AMSU-1a	1 580	0,30	4 000	0,1	200	0,30
$AM9$	AMSU-1a	1 580	0,30	2 200	0,08	600	0,2
$AM10$	AMSU-1a	1 580	0,30	600	0,2	200	0,3
$AM11$	AMSU-2a	10 000	0,2	500	0,2	550	0,35
$AM8$	AMSU-3b	2 000	0,45	350	0,30	550	0,2

* Seria unitară de amplificatoare magnetice ICET [15].

Tabela 4

Datele constructive ale amplificatoarelor din blocul BPS

(mm)	Amplificator tip AMSU-1a	Amplificator tip AMSU-2a	Amplificator tip AMSU-3b
a	13	20	26
b	26	40	60
c	37	62	66
d	63	102	134
e	6,9	10,7	37,5

După cum se vede din figura 7, amplificatorul $AM7$ este polarizat printr-un curent în înfășurarea I_2S_2 cu ajutorul unei punți redresoare cu seleniu P_1, la valoarea sa minimă. La apariția unui semnal de la releul temporizat, care se aplică pe înfășurarea I_1S_1 a amplificatorului $AM7$ în sens de magnetizare, acest amplificator debitează curent în înfășurarea I_1S_1 a amplificatorului magnetic $AM8$. Amplificatorul $AM8$ avînd datele constructive cuprinse în tabelele 3 și 4 comportă, de asemenea, o înfășurare de polarizare I_2 S_2, alimentată prin puntea redresoare P_2. După cum se vede din figura 7, amplificatorul $AM8$ este conectat în paralel pe bobina (CPB) contactorului principal CPB. În serie cu circuitul format din bobina contactorului și amplificatorul $AM8$ este montată rezistența R_3, iar tensi-

alimentează de la tensiunea de ieşire a amplificatorului, formînd astfel un circuit de reacţie pozitivă de tensiune. În funcţie de sensul curentului care străbate înfăşurarea I_1S_1, amplificatorul AR este necomandat sau comandat. Alimentarea înfăşurării I_1S_1 se face prin diferenţa a două tensiuni continue, conectate în opoziţie, U_{ab} şi U_{ac}. Tensiunea U_{ab} este tensiunea de referinţă şi se obţine de la o sursă separată, cu ajutorul circuitului format din rezistenţa R_6, puntea P_3, condensatorul C_1 şi rezistenţa R_5. Dacă tensiunea de referinţă $U_{ab} > U_{ac}$, curentul circulă în înfăşurarea I_1S_1 în sens demagnetizant şi amplificatorul AR este necomandat. Dacă tensiunea U_{ac} este mai mare decît tensiunea de referinţă, sensul curentului prin înfăşurarea I_1S_1 este magnetizant, şi amplificatorul AR debitează în înfăşurarea I_1S_1 a amplificatorului $AM7$. Prin redresarea tensiunilor din secundarele transformatoarelor de curent CR_1 şi CR_2, cu ajutorul punţilor P_4 şi P_5, rezistenţelor R_7 şi R_8 şi redresoarelor $RD1$ şi $RD2$, rezultă tensiunea continuă U_{de} care se aplică circuitului format din inductanţa L_3 rezistenţele R_9, R_{10} şi R_{11} şi potenţiometrul P_6. Datorită redresoarelor $RD1$ şi $RD2$ tensiunea U_{ac}, care rezultă la bornele rezistenţei R_{11}, este dictată de cel mai mare dintre curenţii I_1 şi I_2 care străbat transformatoarele de curent RC_1 şi RC_2. Cu ajutorul potenţiometrului P_6 se dozează tensiunea U_{ac} şi astfel se impune valoarea curenţilor I_1 şi I_2 pentru care protecţia trebuie să lucreze, adică pentru care $U_{ac} > U_{ab}$.

După cum s-a arătat, chiar în cazul cînd numai pe una dintre faze curentul depăşeşte valoarea impusă, tensiunea U_{ac} devine mai mare decît tensiunea de referinţă şi se comandă deconectarea contactorului principal.

Se observă din figura 7 că semnalul pe care amplificatorul magnetic AR îl trimite în circuitul de deconectare se aplică direct, fără a mai trece prin releul temporizat, cum era în cazul semnalului dat de limitatorul de curent. Deci în cazul curenţilor de scurtcircuit, instalaţia este deconectată rapid.

Valoarea curenţilor primari la care este protejată instalaţia poate fi reglată continuu între 100 şi 400 A.

Deoarece, atît semnalul dat de releul temporizat în cazul unei suprasarcini de durată, cît şi cel dat de amplificatorul AR în cazul curenţilor de scurtcircuit se aplică tot pe înfăşurarea I_1S_1 a amplificatorului $AM7$ şi, pentru a împiedica trecerea nedorită a curenţilor dintr-un circuit în altul, s-au introdus ventilele V_3 şi V_4.

Releul temporizat fără memorie RT este realizat cu circuite cu tranzistoare. Acesta constă într-un circuit basculant Schmidt, realizat cu tranzistoarele T_a şi T_b, un circuit de temporizare realizat cu rezistenţa R, condensatorul C, tranzistorul T_c şi un circuit basculant Schmidt realizat cu tranzistoarele T_d şi T_e.

Tranzistorul T_c funcţionează în regim de reactanţă electronică. Din această cauză, constanta de timp fizică RC se multiplică, la încărcarea condensatorului, cu factorul de amplificare a tranzistorului T_c. Datorită diodelor D_1 şi D_2 şi faptului că la descărcarea condensatorului C tranzistorul T_c este blocat, descărcarea este rapidă aşa încît în mod practic circuitul n-are memorie.

Deconectarea instalaţiei, atît în cazul unei suprasarcini de durată, cît şi în cazul unui curent de scurtcircuit, este însoţită de apariţia unui semnal luminos prin aprinderea unui bec LS montat pe panoul de comandă. În cazul cînd deconectarea s-a produs în urma unei suprasarcini, becul se aprinde intermitent (pîlpîie), iar dacă deconectarea a avut loc în urma unui scurtcircuit, becul luminează continuu. Aprinderea intermitentă (pîlpîirea) a becului este dată de intrarea în funcţiune, o dată cu deconectarea contactorului principal al unui oscilator magnetic format din amplificatoarele $AM9$, $AM10$, şi $AM11$, a cărui schemă este dată în figura 8. În circuitul de sarcină al amplificatorului $AM11$ este montat becul de semnalizare LS în serie cu rezistenţa R_{12}, iar în circuitul de comandă (înfăşurarea I_1S_1 a amplificatorului $AM11$) sînt înseriate două contacte auxiliare e şi f ale contactorului principal (CPA) (fig.7). O dată cu deconectarea contactorului se stabileşte contactul dintre contactele auxiliare e şi f şi se produce intrarea în funcţiune a oscilatorului magnetic şi, ca atare, aprinderea intermitentă a becului. După cum se vede din figurile 7 şi 8, pe înfăşurarea de comandă I_1S_1 a amplificatorului $AM11$ se aplică şi un semnal de la ieşirea amplificatorului AR. În cazul cînd contactorul a fost deconectat în urma apariţiei unor curenţi de scurtcircuit, amplificatorul magnetic AR, care datorită reacţiei de tensiune funcţionează în regim de releu, chiar după căderea contactorului continuă să debiteze în înfăşurarea I_1S_1 a amplificatorului $AM11$. În acest mod, semnalul continuu dat de amplificatorul AR se suprapune în înfăşurarea de comandă a amplificatorului $AM11$, peste oscilaţiile oscilatorului magnetic blocîndu-l cu tensiunea de ieşire maximă, astfel încît se obţine o semnalizare luminoasă continuă.

Din cele expuse rezultă că instalaţia este protejată eficient atît la suprasarcini de durată cît şi la scurtcircuit, şi că apariţia acestora este sesizată personalului de deservire prin intervenţia semnalelor luminoase. Redresoarele şi ventilele de seleniu folosite au fost notate în figurile 7 şi 8 prin Ø sau [|], după cum forma este rotundă sau pătrată.

7. Rezultate experimentale și concluzii

Instalația descrisă în acest articol a fost concepută și realizată în întregime la Institutul de cercetări electrotehnice, în anul 1961. În figura 4 se arată agregatul de înaltă tensiune, iar în figura 5 se poate vedea echipamentul de comandă automată. La începutul anului 1962, echipamentul a fost pus în funcțiune la Fabrica de ciment București, cu care ocazie s-au făcut numeroase măsurători care au confirmat performanțele scontate. De asemenea, în urma rezultatelor favorabile obținute, echipamentul descris a fost asimilat de industria noastră și este în curs de multiplicare pentru o serie de fabrici de ciment.

În încheiere, autorii aduc mulțumiri întreprinderii IAUPS, și în special ing. A. Leopold, pentru numeroasele și prețioasele informații și sugestii furnizate în timpul construcției și experimentărilor. De asemenea, autorii țin să sublinieze în mod cu totul deosebit sprijinul acordat de conducerea Fabricii de ciment București, și de colectivul de muncă, în special ing. Leurzeanu, în toată perioada de reglare a echipamentului descris mai sus, sprijin care a contribuit la realizarea și reglarea în termen scurt și în bune condiții a acestei lucrări.

Bibliografie

[1] *Dalquist, E.* Electrofiltres pour usines à gaz. ASEA-Revue **15**, nr. 1/3, 1943, p. 9—16.

[2] Verfahren zur selbstätigen Dauerregelung der Betriebshochspannung von elektrischen Gasreinigungs-oder Prüfapparaten. Deutsches Patent Nr. 644756, Siemens Schukertwerks A. G., 24 ian 1930.

[3] *Corbitt, H. E.* Some developements in the automatic control of electrical precipitators. General electric review **41**, nr. 4, april 1938, p. 187—190.

[4] *Schwartz, E., Schlitt, R., Götz, G. F.* Verfahrengerechte Spannungssteuerung von Elektrofiltern. Siemens-Zeitschrift **35**, nr. 5, mai 1961, p. 387—392.

[5] *Arvidsson, A.* Torrlikrik tare for hoga spanninger. ASEA-Journal, 1948, ASEA Rg. 4909.

[6] *Götz G. F., Schwartz, E., Schlitt, R.* Stromsteuernde Transduktoren zur verfahrengerechten Spannungssteuerung von Elektrofiltern. Siemens—Zeitschrift **35**, nr, 6, iun. 1961, p. 478—482.

[7] *Schilling, W.* Die transduktorgesteuerten oder geregelten Hochspannungsgleichrichter für elektrische Gasreinigung. Energie **7**, nr. 12.

[8] *Weppler, R.. Schwartz, E.* Magnetverstärker zur Stromversorgung von Elektrofilteranlagen. Siemens—Zeitschrift **32**, nr. 1, 1958 p. 9—17.

[9] *Ertl, D., Weppler, R.* Automatische Spannungsregelung des Elektrofilters. Energie **9**, nr. 1.

[10] *Brokmann, W., Weiser, G.* Eine elektronische Spannungsregelung für Elektrofilter. AEG Mitt. **50**, nr. 4, 1960 p. 146—147.

[11] *Hall, H. J.* Automatic voltage control of electrostatic precipitator with saturable reactor. U. S. Patent, nr. 2, 742104, 17 apr. 1956.

[12] *Hall, H. J.* Automatic voltage control system for electrical precipitators. AIEE trans. **73**, p. I, mai 1954, p. 124—127.

[13] *Van Holsen, H. E., White, H. J., Hall, H. J.* Automatic control of electrical precipitation rectifiers. AIEE trans., pt. I, **77**, mart. 1958, p. 126—128

[14] *Fințescu D., Zăroni, R.* Echipament de automatizare pentru electrofiltre. Probleme de automatizare vol. V. Editura Academiei R.P.R., București, 1963, p. 89—101.

[15] *Fințescu, D., Șerbănescu, B., Zăroni, R.* Seria unitară de amplificatoare magnetice de putere. Sesiunea de comunicări tehnico-științifice ICET, 1962, vol. I. p. 124—133. București, I.D.T., 1962.

Intrat în redacție la 17.V. 1963

Scheme de izolație moderne pentru mașini electrice de mare putere

Adrian Bercu* — București

În construcția mașinilor electrice, schemele de izolație, adică ansamblul elementelor de izolații, au un rol precumpănitor, influențînd puternic asupra indicilor tehnico-economici. În fața industriei noastre constructoare de mașini electrice stă problema alegerii celor mai moderne scheme de izolație pentru diverse tipuri de mașini și dimensionarea optimă a izolației.

CZ 621.313.32/33.048.1

Ca urmare a unor laborioase cercetări, diverse firme constructoare de mașini electrice au realizat scheme de izolații pe bază de rășini sintetice [1], [2], [3], [11].

Folosirea materialelor sintetice de impregnare a reieșit din necesitatea înlocuirii materialelor de impregnare termoplastice și, în special, a compoundurilor oleobituminoase care, avînd în general caracteristici dielectrice ridicate, s-au menținut cîteva decenii în domeniul izolației mașinilor electrice mari, deși calitățile lor termomecanice nu corespund complet cerințelor unei bune izolații pentru clase superioare.

Cele mai importante elemente ale unei scheme de izolație sînt izolațiile de crestătură și ale capetelor de bobine ale înfășurărilor.

La Institutul de cercetări electrotehnice (ICET), în cadrul problemelor izolațiilor mașinilor electrice, se studiază schemele de izolație cu materiale de impregnare pe bază de rășini sintetice.

* Ing. *A. Bercu* este șef de laborator la ICET.

1. Scheme de izolație principale (actuale) cu compounduri bituminoase

Aceste scheme sînt de trei tipuri de la care derivă numeroase variante. Pe scurt, vom expune aceste trei tipuri de scheme de izolație cu calitățile și defectele lor [3].

1. 1. Izolație discontinuă. Izolația de crestătură, din micafoliu cu asfalt, iar izolația capetelor de bobină din benzi de hîrtie de mică impregnată cu asfalt sub vid

Caracteristicile dielectrice ale acestui sistem de izolație sînt foarte bune în stare inițială, însă din cauza umflării izolației, mai ales la temperaturi peste 100°C, pragul de ionizare scade și în aceeași măsură și gradientul de străpungere.

Izolația capetelor de bobină, datorită asfaltului, este flexibilă și tehnologia introducerii bobinajelor în crestătură este relativ ușoară.

Deficiențele importante ale acestui sistem de izolație se observă la porțiunile de trecere de la partea de crestătură izolată în foi, la partea de capăt izolată în benzi. Se observă atît umflări ale izolației, cît și deplasări și dezlipiri ale straturilor. Aceste deplasări și dezlipiri duc la formarea de incluziuni de aer sau gaze, care tind să-și mărească volumul. Aceste incluziuni de aer aflate sub acțiunea unui cîmp electric se ionizează, ducînd la creșterea pierderilor dielectrice. Ionizarea „îmbătrînește" rapid materialul, ducînd la distrugerea lui lentă.

În ultima vreme se consideră, ca măsură profilactică obligatorie, determinarea tensiunii de ionizare.

Afară de deficiențele de mai sus, se observă în exploatare, după perioade mai mari de funcționare, slăbirea calităților termomecanice.

După unii autori [3], [4], deficiențele enumerate se atribuie naturii termoplastice a asfalturilor.

1.2. Izolație discontinuă. Izolația de crestătură, din micafoliu cu șelac, iar izolația capetelor de bobină, din hîrtie de mică, impregnată cu asfalt sub vid

Acest sistem de izolație se deosebește față de primul prin folosirea șelacului ca material de încleiere în porțiunea de crestătură. La fel, caracteristicile dielectrice sînt ridicate în stare inițială, însă scad în timpul funcționării.

Izolația capetelor de bobină, datorită plasticității asfaltului, este flexibilă și ușurează montajul mașinilor. Este de menționat că această izolație este mai rezistentă din punct de vedere termomecanic decît cea precedentă și fenomenele de deplasare și dezlipire a foițelor de mică sînt mai puțin intense. În consecință și gradientul de ionizare va fi mai ridicat.

Datorită celor menționate și prețului de cost relativ scăzut, această schemă de izolație este încă folosită de o serie de firme din Europa.

1.3. Izolație continuă. Izolația pentru partea de crestătură și pentru capetele de bobină realizată cu hîrtie de mică și impregnată în asfalt sub vid și presiune

Izolația prezintă în acest caz caracteristici dielectrice bune, datorită micșorării incluziunilor de aer și obținerii unui prag de ionizare mai ridicat. Izolația capetelor de bobine este flexibilă, ceea ce ușurează mult montarea înfășurărilor. Se observă umflări mici ale înfășurărilor, întrucît între izolația crestăturii și a capetelor de bobină nu se formează praguri de îmbinare.

În schimb, se observă scăderea proprietăților mecanice, cauzată de umflarea izolațiilor de crestătură și la capetele de bobinaj.

În tehnica mondială se mai folosește această schemă de izolație, însă cu compounduri modificate care au un punct de topire ridicat, respectiv peste 130°C.

Din analiza acestor scheme de izolații, atît a celor discontinue cît și a celor continue, reiese că, dacă proprietățile dielectrice în stare inițială sînt bune, în schimb, la creșterea temperaturii și mai ales la variații bruște de temperaturi, aceste caracteristici și în special tensiunea de ionizare se înrăutățesc. De asemenea, caracteristicile mecanice se înrăutățesc la temperaturi ridicate. Se consideră că aceste deficiențe se datoresc tocmai termoplasticității materialelor electroizolante folosite pentru impregnare.

Pornind de la aceste constatări s-a trecut la folosirea rășinilor sintetice termorigide.

La început, în S.U.A., la realizarea sistemului de izolație termoplastic s-a mers pe linia folosirii de rășini poliesterice, iar în continuare, mai ales în Europa, s-au folosit rășinile epoxidice. Unele firme din S.U.A. folosesc, pentru mașini cu totul speciale, rășini siliconice.

La realizarea schemelor noi de izolații cu rășini sintetice a contribuit și descoperirea fabricării hîrtiei de mică (denumiri comerciale: samica, isomica, micamat etc.).

Avantajele principale ale hîrtiei de mică față de mica propriu-zisă constau în: posibilitatea producerii în foi mari, omogenitatea, structura, grosimea, finețea solzilor și porozitatea corespunzătoare. În special, finețea solzilor are o deosebită importanță, căci în cazul impregnării cu rășini sintetice, solzii foarte fini nu se despică sub acțiunea solicitărilor termomecanice. Porozitatea mare a hîrtiei de mică permite impregnarea izolațiilor de cîțiva milimetri grosime. Rășina este cuprinsă în mod omogen în toată banda. Din considerentele de mai sus se vede că materialele izolante fabricate cu hîrtie de mică sînt mai compacte decît cele realizate

pe bază de foițe de mică. Acest avantaj duce la mărirea gradientului de ionizare.

În ultima vreme, unele firme elvețiene au făcut încercări în direcția folosirii unor hîrtii speciale ca materiale de bază la izolarea mașinilor mari, obținîndu-se rezultate promițătoare [6].

Tot pe linia înlocuirii micii s-au făcut cercetări în Japonia, folosindu-se benzi de sticlă impregnate în rășini sintetice.

După cum se va vedea la expunerea principalelor scheme de izolație cu rășini sintetice, materialul de bază rămîne mica (în special hîrtia de mică, în benzi sau foi).

Ca materiale suport, în general se folosește banda de țesătură de sticlă cu grosimi variate între 30 și 200 microni. Unele firme elvețiene au făcut recente încercări pentru folosirea, ca material suport, a hîrtiei subțiri cu grosime de 10—50 microni și porozitate mare. Cu toate că hîrtia celulozică este un material de clasă *A*, încercările au arătat că, în combinație cu mica și impregnată în rășini sintetice, se încadrează în clasa *B* de izolație.

În continuare se vor prezenta schemele de izolație realizate în tehnica mondială cu rășini sintetice [3], [4].

2. Scheme de izolație cu rășini sintetice

În tabela 1 sînt prezentate principalele scheme de izolație cu rășini sintetice folosite astăzi în tehnica mondială.

Schemele sînt de două categorii: discontinue și continue. După cum se vede în tabelă au luat o dezvoltare mai mare sistemele continue. Se descriu principalele scheme de izolație mai mult din punct de vedere tehnologic și în ordinea cronologică a realizării lor [5].

2.1. Sistemul termalastic

Acest sistem de izolație realizat de firma americană Westinghouse se compune în principiu din benzi subțiri de mică cu suport de hîrtie sau țesătură de sticlă. Drept liant se folosește polistiren plastifiat, iar ca material de impregnare, un amestec de rășini poliesterice nesaturate, stiren și un catalizator.

După procedeele tehnologice utilizate, acest sistem se realizează în mai multe variante:

Procedeul termalastic cu impregnare globală constă în următoarele: se introduc bobinele (neimpregnate) în crestăturile statorului sau rotorului mașinii. Impregnarea se face asupra întregii mașini, care este instalată într-o cuvă cu circuite de vid și presiune, apoi se realizează întărirea. Această variantă tehnologică se folosește în special la mașini mici și mijlocii cu gabarite reduse.

Procedeul termalastic folosit la înaltă tensiune prevede: bobinele separate sînt deshidratate în prealabil sub vid și apoi impregnate cu rășini,

Tabela 1

Scheme de izolație moderne la mașini rotative de mare putere

Procedeu de izolare	Discontinuu			Continuu							
	– tub pe porțiunile drepte ale conductoarelor – bandajarea capetelor de bobină			Bandajarea porțiunilor drepte ale conductoarelor și ale capetelor de bobină							
Materiale izolante	samicafoliu benzi cu mică	micafoliu benzi cu mică	samică pe hîrtie japoneză sau suport din mătase de sticlă ca bandă poroasă (uscată)	benzi cu mică	foițe de mică	samica	samica			micamat și foițe de mică
				pe benzi de mătase de sticlă						
Rășină liant	epoxidică	epoxidică	epoxidică modificată	epoxidică	poliesteri nesaturați	poliesteri nesaturați	epoxidică modificată			poliesteri-epoxi
Procedeu de fabricație	– înfășurarea porțiunilor drepte cu samica sau micafoliu – bandajarea capetelor de bobină – presarea la cald		– înfășurare – impregnare – presare la cald în forme	– înfășurare – impregnare – presare la cald	– înfășurare – impregnare – presare la cald	– înfășurare – degazare în vid – presare la cald	– înfășurare – degazare în vid – preparare și întărire în autoclavă cu asfalt			– înfășurare – degazare în vid – preparare și întărire în autoclavă
Marca de fabrică	orlitsa	epotherm	ermolit	epotherm	termalastic	termodel	isotenax			micapal
Țara	Elveția	R.F.G.	Elveția	R.F.G.	S.U.A. R.F.G.	Franța	Franța			S.U.A.

sub vid și presiune. Secțiunile neîntărite sînt scoase din cuva de impregnare și înfășurate cu o bandă impermeabilă (pentru evitarea scurgerii rășinii de impregnare). Pentru fixarea dimensiunilor izolațiilor și formarea lor, barele sînt puse în șabloane unde sînt presate și îndoite. Șabloanele cu bobinele respective se introduc în cuptoare, unde se efectuează întărirea. Pentru egalizarea potențialelor pe porțiunile capetelor de bobine se aplică un strat de lac semiconductor. Pentru întărirea acestui lac, bobinele sînt din nou introduse în autoclave și abia după această operație se introduc în crestăturile mașinii. Metoda de mai sus se folosește la înfășurările mașinilor mari (turbogeneratoare de mare putere).

Procedeul termalastic suplu are următoarea tehnologie : bobinele separate sînt în prealabil deshidratate și apoi impregnate sub vid și presiune. Aceste bobine neîntărite sînt înfășurate cu o bandă impermeabilă (pentru evitarea scurgerii materialului de impregnare). Părțile de crestătură sînt calibrate și întărite în prese încălzite electric. Deci partea din crestătură a bobinelor este întărită, pe cîtă vreme capetele de bobine rămîn suple. În această situație, montarea secțiunilor în mașină devine mult mai ușoară. După așezarea bobinelor în crestătură, întreaga mașină este introdusă în cuptor pentru întărirea finală a rășinii.

Această variantă este aplicată la majoritatea motoarelor electrice de mare putere.

Caracteristicile dielectrice ale acestui sistem de izolație sînt foarte bune, avînd gradienți de ionizare și deci de străpungere ridicați. În special, proprietățile termomecanice sînt mult superioare sistemelor de izolație cu compounduri asfaltice. Izolația termalastic poate suporta, în regim continuu, temperaturi de 130° C.

2.2. *Sistemul de izolație orlitsa*

În Elveția, firma Oerlikon a mers pe calea folosirii rășinilor epoxidice ca liant și material de impregnare.

În sistemul brevetat orlitsa, care este de tip discontinuu, schema de izolație se compune din următoarele elemente : partea de crestătură se izolează cu o teacă din epoxisamicafoliu înfășurată și presată la cald. Partea dreaptă a bobinajelor se izolează cu benzi de hîrtie de mică pe suport din țesătură de sticlă sau de hîrtie cu liant de tip epoxidic. Caracteristic acestui sistem de izolație este faptul că banda izolantă de tip epoxisamica nu este inițial întărită ; rășina folosită ca liant nu lipește în stare normală și banda poate fi depozitată mai multe luni fără fenomene de polimerizare. La temperaturi de prelucrare între 80 și 130°C, rășina liant de tip epoxidic din interiorul benzii devine fluidă și foarte adezivă. În timpul prelucrării prin înfășurare și presare, rășina umple golurile și interstițiile, formînd deci o izolație omogenă. Mai ales din punct de vedere tehnologic această metodă este foarte avantajoasă, întrucît după înfășurarea cu bandă izolantă a capetelor de bobine, acestea pot fi prelucrate prin îndoiri, fasonări etc., fără pericol de crăpare a izolației care nu este încă întărită.

Acest sistem de izolație este de clasa *B* și prezintă o stabilitate termică foarte bună, după cum se vede în diagramele comparative din figura 1.

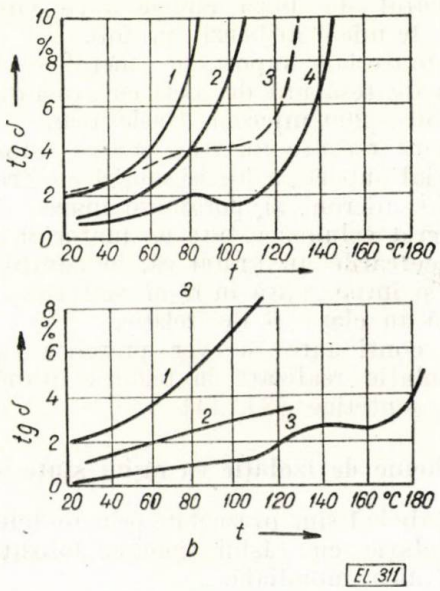


Fig. 1. Variația tg δ în funcție de temperatură pentru diferite tipuri de sisteme de izolație :

a — izolații în folii ; *1*-micafoliu cu șelac ; *2*-micafoliu cu asfalt ; *3*-micafoliu cu epoxi ; *4*-samicafoliu cu epoxi ; *b*-izolații în benzi ; *1*-micabandă impregnată în asfalt ; *2*-micabandă impregnată în rășini poliesterice ; *3*-samicabandă impregnată în rășini epoxidice.

2.3. *Procedeul continuu ermolit*

Tot pe bază de rășini epoxidice s-a realizat un sistem de izolație continuă cu bandă uscată.

Această bandă realizată din hîrtie de mică pe suport de sticlă sau mătase japoneză are ca liant o rășină epoxidică modificată.

Cantitatea de rășină de lipire folosită fiind foarte mică, porozitatea benzii rămîne mare. După bobinare, înfășurările se impregnează în vid tot în rășini epoxidice modificate și apoi se întăresc în forme, la un anumit regim termic.

2.4. *Alte procedee de tip continuu*

Procedeul francez isotenax folosește ca material electroizolant de bază tot hîrtie de mică pe suport din țesătură de sticlă, care este îmbibată cu o rășină epoxidică modificată. Banda izolantă îmbibată este păstrată la temperatura camerei și în timpul operațiilor de înfășurare nu se întărește. Doar în presa de formare la cald se produce o preîntărire și de abia în autoclavă, la temperaturi ridicate, se realizează întărirea definitivă.

Un avantaj important al acestui sistem de izolaţie constă în eliminarea operaţiei de impregnare propriu-zisă, în sensul că răşina liant îmbibată în banda izolantă ocupă locul interstiţiilor de aer în timpul procesului de formare termică.

Tot un astfel de sistem de izolaţie, cu eliminarea operaţiei de impregnare propriu-zise, este sistemul termodel (Franţa). Materialul izolant este o bandă din mătase din sticlă cu hîrtie de mică, care este însă îmbibată cu răşină poliesterică. După înfăşurare urmează o tratare sub vid şi în continuare izolaţia este presată la cald pînă la întărire.

În R.F.G. s-au realizat sistemele de izolaţie epotherm, care folosesc răşini epoxidice în două variante: discontinuă şi continuă. Tipul discontinuu este realizat în partea de crestătură cu micafoliu cu suport de hîrtie şi folosind ca liant o răşină epoxidică cu întăritor. Teaca este realizată prin înfăşurare la cald în maşini de fasonat. Tipul continuu al sistemului de izolaţie epotherm este realizat prin înfăşurare pe întreaga porţiune a bobinei cu benzi de mică pe suport de mătase de sticlă, folosind ca liant o răşină epoxidică. Separat se efectuează impregnarea bobinelor tot în răşini epoxidice, la temperaturi mai ridicate.

Din expunerea acestor principale scheme de izolaţie reies următoarele:

La maşinile electrice mari, există tendinţa de folosire a răşinilor sintetice, precumpănind cele epoxidice. Sistemul continuu ia o tot mai mare extindere. Procedeele tehnologice sînt foarte variate în funcţie atît de tipurile maşinilor, cît şi de materialele izolante folosite.

Pentru a ilustra superioritatea sistemelor de izolaţie cu răşini sintetice termorigide faţă de sistemele care folosesc compounduri termoplastice, în figura 1, a se prezintă variaţia tangentei unghiului de pierderi (tg δ) în funcţie de temperatură pentru tipuri de izolaţii discontinue cu material de bază din micafoliu cu şelac, asfalt şi epoxi [6]. După cum se vede din alura curbelor, cea mai redusă stabilitate termică o are izolaţia de micafoliu cu şelac, la care se observă o creştere bruscă a valorii tg δ de la 70° C; în ordine crescîndă urmează izolaţia cu asfalt, care rămîne stabilă pînă la 90°C, apoi izolaţia cu micafoliu şi epoxi pînă la 120° C şi în fine — cea mai bună izolaţie din acest punct de vedere — samicafoliu cu epoxi pînă la 140° C.

Dintre materialele electroizolante în benzi cea mai bună stabilitate termică este a benzii samica impregnată în răşini epoxidice (pînă la 160° C), urmînd apoi izolaţia de micabandă impregnată cu răşini poliesterice (pînă la 120° C) şi în sfîrşit micabandă impregnată cu asfalt care arată o creştere a valorii tg δ de la 80°C.

Ţinînd seamă de importanţa ionizării la sistemele de izolaţie ale maşinilor electrice, în figura 2 este reprezentată variaţia factorului tg δ în funcţie de tensiune, la cîteva sisteme. Se vede că în cazul izolaţiei de samicabandă impregnată cu răşini epoxidice, pînă la 1,5 U_n (tensiunea nominală), tg δ rămîne practic

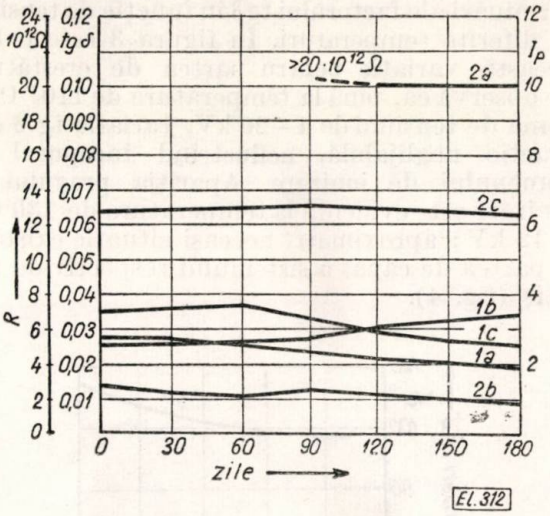


Fig. 2. Variaţia în timp a proprietăţilor dielectrice ale izolaţiilor sub influenţa umidităţii:
– temperatura constantă, 40°C;
– umiditatea relativă a aerului, 80%;
– t = timpul, zile.
Curba *1* – micafoliu cu asfalt; curba *2* – micadur; indice *a* – rezistenţa izolaţiei R în ohmi, sub tensiune continuă de 500V; indice *b*-tg δ la 50 Hz, sub 0; tensiune de 1,2 mai mare ca tensiunea nominală; indice *c* – indice de polarizare Ip sub tensiunea continuă de 500 V.

neschimbată. O creştere a valorii tg δ se observă întîi pentru micabanda impregnată în asfalt şi apoi pentru micafoliu cu şelac. Cît priveşte sistemul de izolaţie din micafoliu cu epoxi se observă că valoarea tg δ creşte uşor liniar, iar la 1,5 × U_n nu depăşeşte valoarea de 2.10^{-2}. Din ambele curbe reiese că proprietăţile dielectrice cele mai stabile le are izolaţia de hîrtie de

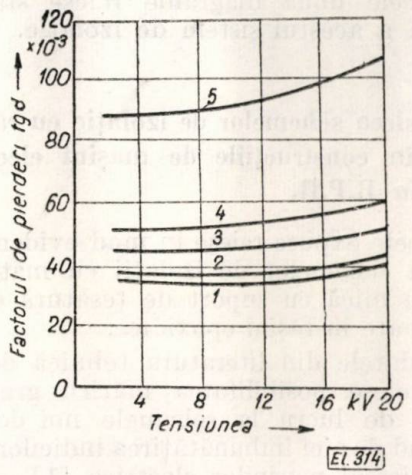


Fig. 3. Factorul de pierderi dielectrice tg δ în funcţie de tensiune la difefite temperaturi de măsurare, măsurat pe porţiunea din crestătură a unei bare Robel cu izolaţie epotherm: 1- la 22 °C; 2- la 50° C; 3- la 80° C; 4- la 110° C; 5- la 130° C.

mică cu rășini epoxi. Asupra sistemului de izolație epotherm de tip continuu descris mai sus, realizat prin bandajarea atît a porțiunilor din crestătură, cît și a capetelor de bobine cu benzi de mică pe suport din țesătură de sticlă impregnată cu rășini epoxidice, s-au făcut determinări ale factorului tg δ în funcție de tensiune la diferite temperaturi. În figura 3 este redată această variație pentru partea de crestătură. Se observă că, pînă la temperatura de 110 ° C, în gama de tensiuni de 4—20 kV, variația tg δ este practic neglijabilă, neilustrînd începutul fenomenului de ionizare. Apariția pragului de ionizare este evidentă la temperatura de 130°C — la 12 kV ; aproximativ aceeași situație există și la partea de capăt a sistemului respectiv de izolație (fig. 4).

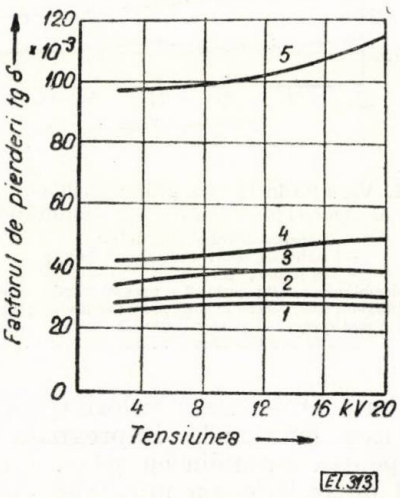


Fig. 4. Factorul de pierderi dielectrice tg δ în funcție de tensiune la diferite temperaturi de măsurare, măsurat la partea de capăt a unei bare Robel cu izolație de epotherm : 1- la 22° C ; 2- la 50° C ; 3- la 80° C. ; 4- la 110° C ; 5- la 130° C.

Din cele două diagrame reiese stabilitatea ridicată a acestui sistem de izolație.

3. Folosirea schemelor de izolație cu rășini epoxidice în construcțiile de mașini electrice rotative în R.P.R.

Din cele expuse reiese în mod evident superioritatea schemelor de izolații cu materiale pe bază de mică cu suport de țesătură de sticlă, impregnate în rășini epoxidice.

Din datele din literatura tehnică de specialitate reiese posibilitatea măririi gradientului electric de lucru la schemele noi de izolații, rezultînd de aici îmbunătățirea indicilor tehnico-economici ai mașinilor electrice [1].

În țară există baza tehnico-materială pentru realizarea de izolații de mică pe suport de hîrtie de sticlă. În prima fază, credem că ar trebui realizate izolațiile din micabenzi, cu lianți epoxidici. În a doua fază s-ar putea trece la realizarea de izolații de hîrtie de mică tot cu lianți epoxidici.

În ce privește rășinile de impregnare epoxidice există o bază de cercetare la ICECHIM ca rezultat al realizării de rășini de turnare și adezivi epoxidici. În această direcție se și efectuează la ICECHIM lucrări pentru realizarea rășinii de impregnare de tip araldit *F*.

Pentru studierea complexă a acestor noi scheme de izolații, în scopul alegerii gradienților optimi de lucru, a tehnologiei corespunzătoare și stabilirii clasei de izolație, sînt necesare cercetări pe epruvete-scheme de izolații. Studiul ar trebui să se axeze pe linia de cercetare expusă în cele ce urmează.

3.1. Studierea condițiilor tehnologice de realizare a schemelor de izolație de clase superioare (B și F) cu rășini epoxidice pentru înfășurările mașinilor de puteri medii și mari

Aici se pune accentul pe alegerea materialelor electroizolante și a rășinilor de impregnare cele mai adecvate.

Alegerea rășinilor va fi ghidată după următoarele elemente principale :

— caracteristicile dielectrice și fizico-chimice ;

— posibilitatea folosirii rășinilor în condiții tehnologice de fabricație.

3.2. Studierea dielectrică a schemelor de izolație se referă la studiul variației următoarelor mărimi dielectrice :

— rezistivitatea de volum (ρ_v) în funcție de temperatură ;

— factorul de pierderi dielectrice (tg δ) în funcție de temperatură ;

— pierderile dielectrice (tg δ) în funcție de tensiune, în scopul detectării pragului de ionizare la schemele de izolații cu rășini epoxidice (pe epruvete) ;

— studiul schemelor de izolație în condiții de îmbătrînire accelerată.

Acest studiu va folosi în special la determinarea gradientului de potențial optim pentru fiecare schemă de izolație și pentru diferite clase de tensiuni.

Pentru condiții speciale climatice se va studia variația caracteristicilor dielectrice indicate la scheme de izolație supuse unor regimuri climatice.

3.3. Studierea caracteristicilor termomecanice ale schemelor de izolație

Se va pune accentul pe următoarele elemente :

— studiul conductibilității termice pentru întreaga schemă de izolație ;

— studiul proprietăților mecanice la regimuri termice variate, cu măsurarea caracteristicilor dielectrice în diferitele faze ale cercetării.

3. 4. Studiul schemelor de izolație moderne în comparație cu schemele de izolație clasice aflate astăzi în fabricație

Plecînd de la premisa existenței unor anumite date asupra comportării în exploatare a schemelor de izolație clasice, se vor putea face studii comparative cu schemele de izolație elaborate la ICET.

În cursul anului 1963 s-a început acest studiu, urmînd ca datele obținute să servească la alegerea unor scheme de izolație corespunzătoare.

În partea a doua a articolului se vor prezenta caracteristicile fizico-chimice și dielectrice ale materialelor electroizolante componente și ale rășinilor de impregnare din schemele de izolații studiate.

În continuare se vor prezenta rezultatele încercărilor pe epruvete — scheme de izolație.

4. Concluzii

Schemele de izolații clasice cu compounduri oleobituminoase, folosite în construcția mașinilor electrice mari, au caracteristici dielectrice ridicate, în special în stare inițială, însă — datorită termoplasticității lor — caracteristici termomecanice scăzute. Tot din această cauză se observă în timp scăderea gradientului electric de lucru.

Din aceste cauze rezultă necesitatea realizării unor scheme de izolație, cu materiale pe bază de mică și folosind materiale de impregnare sintetice, obținîndu-se pe această cale izolații termorigide cu caracteristici dielectrice și termomecanice ridicate.

Materialele optime componente ale acestor scheme de izolație au la bază mică, avînd ca suport țesături din sticlă sau hîrtii speciale.

Rășinile de impregnare folosite sînt de tip araldit *F* cu întăritori care să-i asigure în același timp caracteristici dielectrice, termice și mecanice ridicate și un timp de lucru mare, pentru folosirea de tehnologii de fabricație.

Schemele de izolație și mai ales procedeele tehnologice folosite în tehnica mondială sînt foarte variate, în funcție de gabaritele mașinilor, de clasele de tensiuni și de destinațiile speciale ale mașinilor.

Avem în țară baza materială pentru realizarea de mașini electrice cu izolație pe bază de mică cu suport de sticlă și impregnate în rășini epoxidice.

Bibliografie

[1] *Novak, P.*, și *Weber, F.* Epoxydharze und ihre Verwendung in der Elektrotechnik. In : Elektrotech. Z. (ETZ-B) **10**, nr. 4 apr. 1958, p. 101—107.

[2] *Ablegg, K., Calipsh, Ch., Knapp, F.* Isolationen hoher Festigkeit für Generatoren grosser Leistung. In : Bull. Oerlikon, 332, 1959, p. 8—21.

[3] *Ablegg, K.* Aus der Technologie der Wasserkraftgeneratoren. Die Statorwicklung. In : Bull. SEV **51**, nr. 8,23 apr. 1960, p. 428—437.

[4] *Oburger W.* Isolierstoffe und Isolierverfahren für die Wicklung von Grossgeneratoren. In : Maschinenwelt und Elektrotechnik **16**, nr. 12, 1961, p. 572—574.

[5] *Decaudaveine, P. A.* Procédé moderne d'isolation des bobinages de machines tournantes. Le thermalastic. In : Rev. Jeumont **53**, 50, 1960, p. 103—109.

[6] *Peter, J.* Vakuumimprägnierte Isolationen elektrischer Maschinen. In : Bull. ASE **52**, nr. 19, 1961, p. 777—781.

[7] *Pariss, W. H.* Tratamente moderne ale înfășurărilor mașinilor electrice. In : Electr. times nr. 19, 1961, p. 741—744 și nr. 21, 1961, p. 827—829.

[8] *Marozeau, M.* Les résines époxydes. Leurs principales applications dans l'industrie électrique. In : Rev. gén. électr. **69**, nr. 11, 1960, p. 579—590.

[9] *Andrianov, K. A.* Mase izolante pe bază de rășini sintetice. In : Vestnik Elektroprom. **27**, nr. 11, 1956, p. 47—53.

[10] *Betzhold, R.* Folosirea maselor plastice în construcția de mașini electrice. In : Plast. World **19**, nr. 6, 1961, p. 76—79.

[11] *Meyer, H.* Die Isolierung grosser elektrischer Maschinen. Berlin, Springer, 1962, p. 223.

Intrat în redacție la 14.V.1963.

RECENZII

CZ 621.314.21.027.8

Rabus, W. **Situația și problemele TTI privind construcția și exploatarea transformatoarelor mari** (Stand und Probleme der Hochspannungstechnik beim Bau und Betrieb grosser Transformatoren). În : ETZ-A **83**, nr. 5, 26 febr. 1962, p. 121—129, 17 fig., 47 ref. bibl.

Recenzia ce urmează se referă în special la problemele de protecție contra supratensiunilor relevate în lucrare.

Încă în anul 1922, I. Biermans a propus ca nivelul izolației interne a transformatoarelor să întreacă tensiunea de conturnare la frecvență industrială. Normele VDE impun azi ca transformatorul să reziste la unde tăiate care apar la străpungerea unui eclator de protecție după 3 μs.

Pentru tensiunea de serie 110 kV, normele VDE 0111/2.61 prevăd un nivel de protecție de 415 kV egal cu tensiunea reziduală a unui descărcător cu un curent nominal de scurgere de 10 kV, de asemenea un nivel de izolație inferior, respectiv superior, de 505 kV, respectiv 630 kV, treptele succesive fiind în raportul de 1 :1,22 :1,25 (coordonarea izolației cu trei niveluri).

Recomandările CEI, concretizate în publicația 71/1954, prevăd un nivel de izolație de 550 kV la aceeași treaptă de tensiune, iar nivelul de protecție luat egal cu tensiunea reziduală a unui descărcător este de 443 după publicația 99—1/958, astfel că rezultă rapoartele 1 :1,25 :1,15. Tensiunea reziduală a descărcătoarelor de construcție modernă a fost considerabil scăzută (la 374 kV) față de valoarea prevăzută de recomandările CEI, ceea ce, în S.U.A., a dus la reducerea cu o clasă sau chiar două clase a izolației transformatoarelor.

În tendința de a corespunde recomandărilor CEI (N. R. care au adoptat sistemul de coordonare a izolației cu numai două niveluri) nivelul inferior a fost urcat în ultima ediție a normei VDE 0111 de la 505 la 550 kV maximum.

Tensiunea de încercare la frecvență industrială nu s-a modificat în ultimele decenii în normele naționale, deoarece nu s-a reușit să se scadă în mod corespunzător tensiunea de amorsare la 50 Hz a descărcătoarelor.

La aprecierea gradului de protecție trebuie să se ia în considerare caracteristica de impuls a descărcătorului și distanța de la bornele transformatorului, care se recomandă a nu întrece 20—25 m. Din experimente pe stații cu intrări în cabluri (circa 500 m) s-a constatat că forma supratensiunii care apare la bornele descărcătorului montat la intrarea în cablu nu mai corespunde undei standardizate de 1,2/50

μs (N. R. vezi și STAS 6669—62). Alte constatări din exploatare au arătat că, la trăsnete directe pe transformator, descărcător sau bare, pot să apară defecte în transformator dacă descărcătorul amorsează mult mai repede decît 0,5 μs. De aceea, se impune a se ecrana stația și liniile care intră (pe lungimi de 500—1 000 m) prin conductori de protecție.

Observarea contoarelor de descărcări montate în rețele a permis să se constate succesiuni de supratensiuni interne datorite unor fenomene de rezonanță, care solicită transformatorul și descărcătorul mai mult decît supratensiunile de comutație individuale.

Înfășurarea în serie a autotransformatoarelor este solicitată mai puternic de supratensiuni atmosferice. Afară de protecția prin descărcătoare a ambelor intrări de linii, se montează, de obicei, un descărcător potrivit în paralel cu înfășurarea în serie (N. R. în plus se prevede apărarea cu descărcătoare a porțiunilor înfășurării de reglare dintre borna mobilă și capetele înfășurării de reglare).

Comportarea izolației transformatoarelor față de supratensiunile interne a fost cercetată experimental. S-a constatat că tensiunea de ținere a supratensiunilor cu frecvențe de 500—5 000 Hz este cu cel puțin 30% mai mare decît la 50 Hz, ceea ce la treapta de 110 kV, înseamnă o mărire de la 220 kV la 286 kV_{ef}. Marja față de tensiunea maximă de amorsare de 2,3. 110 kV = 253 kV a unui descărcător de numai 12% este totuși suficientă, deoarece, pe de o parte, diferența este între o valoare minimă și o valoare maximă, pe de altă parte, la bornele transformatorului nu pot să apară, în nici un caz, tensiuni mai mari decît tensiunea de amorsare a descărcătorului protector. Experiența de pînă în prezent a confirmat că această marjă protejează bine transformatorul.

Se cere extinderea încercărilor cu trenuri succesive de unde de supratensiuni interne (de exemplu, 100 de aplicații la intervale de 0,05 s) spre a arăta că frecvența aceasta nu solicită cu mult mai mult descărcătorul decît o singură aplicare.

Dezvoltarea și îmbunătățirea continuă a performanței descărcătoarelor vor duce pînă la sfîrșit la o reducere general consimțită a clasei de izolație a înfășurărilor cu consecințe economice foarte importante.

Lucrarea este o sinteză a cercetărilor și dezvoltării tehnice recente în Germania și este utilă pentru a fi comparată cu lucrări din alte țări, destinate a fixa puncte de vedere unitare pentru a soluționa problema dificilă a reducerii izolației transformatoarelor fără o reducere a coeficientului de siguranță față de influențele supratensiunilor. Rezultă unele direcții de cercetare deschise : scăderea tensiunii de amorsare a descărcătoarelor la supratensiuni de frecvență industrială, încercarea cu trenuri de supratensiuni succesive de comutare a izolației și a descărcătoarelor, stabilirea normelor de încercare la supratensiuni interne și alegerea dispozitivelor de încercare a celor mai potrivite și mai economice, protecția eficientă a înfășurărilor de reglare a autotransformatoarelor mari, perfecționarea în continuare a calității descărcătoarelor. Unele dintre aceste probleme se pot studia în laboratoarele sau exploatările din țara noastră.

A. Avramescu

CZ 621.317.333.8 : 621.314.21/22.08

Auth, W. **Încercarea cu impulsuri a transformatoarelor de putere și de măsură** (Stosspannungsprüfung von Transformatoren und Messwandlern). In : Elektrizitätswirtschaft **61**, 22 nov. 1962, p. 833—840, 12 fig., 23 ref. bibl.

Lucrarea prezintă pentru cititorii din domeniul electroenergeticii o sinteză a încercărilor cu impulsuri de tensiune care se introduc și se cer la recepția transformatoarelor. Afară de faptul că se oglindesc ultimele rezultate și soluții tehnice din acest domeniu, articolul conține unele considerații care pot avea interes și pentru specialiști.

După o scurtă introducere asupra normelor de coordonare a izolației — care în prescripțiile VDE 0111/62 se face încă cu trei niveluri, cu toate că CT28 CEI recomandă numai două niveluri — se trece la condițiile în care se execută încercarea la impuls și defectoscopia cu impulsuri de tensiune. Pentru aceasta se dă schema echivalentă a înfășurării și se explică fenomenele de propagare a undelor electromagnetice dreptunghiulare de-a lungul ei. În acest scop se utilizează în mod abil timpul de parcurs al înfășurării de către undă și se arată, în funcție de acest parametru, că curenții se măsoară la capătul înfășurării și în legătura la pămînt. Limitarea dată de puterea generatorului și forma diferită de trepte dreptunghiulare ale undei produc distorsiuni ale formei curenților măsurați cu oscilograful catodic, fără a modifica alura principială. Pe oscilograme reale se constată o viteză de propagare de $v_0 = 220$ m/μs pentru înfășurări în aer, iar din formula $v = v_0(\varepsilon.\mu)^{-1/2}$ rezultă, pentru cele în ulei, o viteză de 150-170 m/s.

Comportarea se complică la înfășurări în straturi și în cazul cînd secundarul nu este scurtcircuitat.

Principiul defectoscopiei cu unde — explicat clar — se bazează pe compararea unei oscilograme (a nomogramei) înregistrate pe o înfășurare fără defect și a uneia cu un defect de izolație. Locul defectului se poate identifica la suprapunerea nomogramei și a oscilogramei și prin observarea diferenței dintre ele. Din viteza de propagare și din desfășurarea în timp a diferenței se poate deduce cu o precizie suficientă locul defectului. Uneori, acest loc rezultă din observarea curentului la capătul înfășurării. Se discută apoi influențele schemelor de legături la bornele primarului și secundarului asupra fenomenelor oscilatorii și înregistrărilor. Cînd numărul de înfășurări devine mare, ca la transformatoarele de tensiune, schemele obișnuite nu dau rezultate. De aceea, se prezintă o schemă specială în care obiectul de măsurat se compară cu unul identic, dar fără defect. Acesta din urmă se încearcă printr-un cuplaj capacitiv numai cu o fracțiune din tensiunea plină care se aplică concomitent primului. Oscilograful introdus în legătura de echilibrare nu înregistrează o deviație atît timp cît nu există o diferență între cele două obiecte. La apariția unui defect, această diferență apare și se poate amplifica potențiometric.

Se atrage atenția asupra defectelor care pot să apară în schemele de încercare din cauza neregularităților aprinderii eclatoarelor de legare în serie a capacităților generatorului sau din cauza insuficientelor legături la pămînt. Defectele apar ca oscilații suprapuse în oscilograme și pot să le voaleze. Preionizări parazite pot să ducă, de asemenea, la derânjări ale înregistrărilor.

Încercarea cu unde tăiate cere scheme speciale, dintre care se prezintă una la care impulsul de comandă este luat direct de la primul etaj al generatorului de impuls și trecut printr-un cablu care produce întîrzierea de 3 μs necesară, după care se aprinde un eclator de comandă (trigger) și acesta provoacă o scînteie prin eclatorul principal legat în paralel cu obiectul. Procedee pentru tăierea undei la tensiuni peste 1 MV sînt încă în studiu.

La transformatoare de mare putere, capacitatea de intrare mare nu permite menținerea pantei mari, respectiv a duratei normate de 1 μs a frunții undei. De aceea, internațional (prin CEI) s-a convenit ca unda normală să aibă o frunte de 1,2 μs. Norma americană prevede totuși că la transformatoare se permite o durată de 2,5 μs a undei în cazul cînd o durată mai scurtă este condiționată de o suprareglare nedorită.

Defectoscopia devine problematică în cazul cînd părți ale înfășurărilor sînt protejate contra supratensionării prin rezistențe neliniare (de obicei montate în cuvă sub ulei) sau prin descărcătoare (montate în exterior). Tensiunea de impuls nu mai produce în acest caz un curent proporțional cu ea, ci unul deformat. De aceea, rezistențele neliniare se înlocuiesc cu unele liniare corespunzătoare pe durata încercărilor sau, dacă ele sînt sub ulei, se mărește progresiv tensiunea de impuls și se fac înregistrări succesive cu tensiuni care se apropie, în trepte de 5%, de tensiunea de încercare la impuls normată. Atît timp cît oscilogramele sînt similare sau afine nu există defect. La modificări bruște se presupune că există un defect de izolație.

Una dintre părțile cele mai interesante ale lucrării se referă la influența fierului în cursul încercărilor la impuls. S-a constatat din observații atente ale oscilogramelor că nu pe tot parcursul curentul crește proporțional cu tensiunea. Se știe că la creșterea tensiunii peste o limită, miezul transformatorului se magnetizează la saturații, modificînd permeabili-

tatea, deci inductanţa înfăşurării, şi reducînd amplitudinile curentului. Fenomenul depinde de timp, în sensul că apare mai evident la unde cu spate mai lung.

La dublarea tensiunii cu unda 1/50, curentul creşte de nouă ori, iar cu unda 1/25, numai de 2,75 ori. Distorsiunea apare însă treptat şi, dacă se procedează prin încercări succesive cu tensiuni crescînd în trepte mici, se poate deduce dacă modificările faţă de normogramă se datoresc unui defect sau saturaţiei fierului. Observaţia este valabilă cu condiţia ca în miez să apară un flux suficient de mare. Cum, de obicei, încercările se fac cu secundarul scurtcircuitat, fluxul care intră în miez este o fracţiune mică a fluxului de scăpări, deci neliniaritatea datorită fierului este redusă. Tocmai acest lucru s-a constatat şi de recenzent din examinarea şi urmărirea prin calcul a unor oscilograme înregistrate de către un colectiv de cercetători de la ICET.

Articolul poate fi dat ca exemplu de expunere sintetică, cuprinzătoare a domeniului, redactată pe înţelesul ingineri-lor nespecialişti, totuşi prezentînd ultimul stadiu al progresului şi unele contribuţii cu caracter de originalitate.

A. Avrameseu

REFERATE

CZ 621.3 *Electrotehnică generală*

CZ **621.3.011 : 518.5 : 517.9**

Honoré, E., Torcheux, E. şi Ufflez, H. J. **Rezolvarea automată a ecuaţiilor implicite prin tehnica calculului analogic „Analac"** (Résolution automatique des équations implicites par la technique du calcul analogique „Analac"). In: Ann. Radioéléctricité, **17**, nr. 69, 1962, p. 171—175.

Se descriu pe scurt schema electrică a maşinii de calculat, proprietăţile circuitelor şi modul cum este realizat circuitul „operator", capabil să efectueze una sau mai multe operaţii elementare, arătîndu-se că operatorul este reversibil. Se explică cum se rezolvă automat ecuaţiile liniare şi se arată că, datorită proprietăţilor de asociativitate şi reversibilitate ale elementelor constitutive, aparatul poate fi folosit pentru rezolvarea automată a ecuaţiilor implicite. Fără ca operatorul să intervină, buclele de comandă a diverselor variabile sînt decuplate automat, totul petrecîndu-se ca şi cum fiecare variabilă ar fi izolată, deci variabilele „se separă". Toate variabilele sînt sincronizate, oricare ar fi complexitatea problemei considerate; întîrzierea τ a diverselor servomecanisme nu afectează rezultatele a căror perfectă stabilitate este asigurată.

L. V.

CZ **538.323 : 621.313.1**

Marinescu, M., Gavriliu, N. şi Grînaru, I. **Efectul de histereză-electromecanică, un nou proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic. Aplicarea la realizarea de noi maşini electrice.** (L'effet d'hystérèse électromécanique, un nouveau processus de transformation de l'énergie électrique en travail mécanique. Application à la réalisation de nouvelles machines électriques). In: Rev. Gén. Élect. anul 46, t. **71**, nr. 12, 1962, p. 545—556, 13 fig.

Se continuă studiul publicat anterior în Revue Générale de l'Électricité din septembrie 1961, t. 70, p. 453—459, în legătură cu un nou proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic.

Se arată că acest proces are loc în circuitul magnetic al unui electromagnet solenoidal — alimentat cu un curent ondulat — a cărui armătură mobilă capătă o mişcare sinusoidală de frecvenţă egală cu jumătatea frecvenţei pe care o are componenta pulsatorie a curentului ondulat de alimentare.

Se arată că „histereza electromecanică", cum este denumit acest proces de către autori, se datoreşte alimentării cu curent ondulat şi variaţiei reluctanţei întrefierului cu deplasarea armăturii mobile a circuitului magnetic.

Se arată că fenomenul se traduce în starea dinamică în anumite condiţii, printr-un defazaj al fluxului, în raport cu curentul.

Se arată că aria ciclului eliptic de histereză-electromecanică, care rezultă, este proporţională cu lucrul mecanic dezvoltat de electromagnetul care funcţionează ca motor sincron şi se stabilesc condiţiile optimale de funcţionare ale acestui nou motor, calculîndu-se în aceste condiţii randamentul şi factorul său de putere. Pe baza experienţelor descrise se trage concluzia că noua maşină electrică, funcţionînd pe baza efectului de histereză-electromecanică, dezvoltă lucrul mecanic sub forma de mişcări sinusoidale, cu randament ridicat şi cu un factor de putere egal cu unitatea.

L. V.

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ **621.313.017.3 : 538.541**

Hammond, P. **Calculul cîmpului magnetic al maşinilor rotative. Curenţi turbionari induşi într-un solid de către o buclă circulară de curent.** (The calculation of the magnetic field of rotating machines. Eddy currents in a solid by a circular current loop). In: Proc. Instn. electr. engrs. **109**, 16 septembrie 1962, p. 508—510.

Pierderile în maşinile electrice rotative, produse de curenţii turbionari în părţile metalice, au o dublă importanţă: ele reprezintă o pierdere de energie şi măresc încălzirea. În legătură cu aceste pierderi, autorul studiază pe larg curenţii turbionari induşi într-un solid de către o buclă circulară de curent aşezată în exterior la oarecare distanţă de suprafaţă şi paralel cu aceasta. Aceşti curenţi depind de trei factori lipsiţi de dimensiuni, şi anume:

— de raportul dintre distanţa de la buclă la suprafaţa solidului metalic şi raza buclei;

— de permeabilitatea magnetică relativă a solidului;

— de raportul dintre raza bobinei şi adîncimea efectului pelicular.

Dacă domină factorul al doilea, cîmpul exterior solidului este independent de curenţii induşi, şi dacă solidul este suficient de mare se poate folosi metoda imaginilor magnetostatice pentru determinarea cîmpului magnetic. Dacă domină factorul al treilea, suprafaţa solidului se comportă ca şi cînd ar avea o permeabilitate zero şi, de asemenea, dacă solidul este suficient de mare, se poate folosi această metodă, dar cu anumite îngrădiri.

Această teorie se poate aplica numai în anumite cazuri la stabilirea cîmpului la capetele de bobine ale maşinilor electrice rotative, şi aceasta ţinînd seamă de gradul de saturaţie al părţilor metalice şi de dimensiunile relative ale capetelor de bobine.

H. A.

CZ **621.313.223.2 : 621.314.63**

Wilson, T. G. şi Trickey, P. H. **Maşină de curent continuu cu comutaţie prin semiconductoare** (D-c machine with solid-state comutation). In: Electr. engng. **81**, nr. 11, nov. 1962, p. 879—884.

Suprimarea sau înlocuirea periilor şi a comutatorului cu lamele este scopul multor cercetători în domeniul maşinilor electrice. În articolul de faţă se arată că, într-o maşină de curent continuu, comutaţia are trei funcţii inerente, şi anume: determinarea la un moment dat a poziţiei cîmpului, alegerea la acel moment a secţiunii de bobinaj care trebuie să comuteze şi dispozitivul de comutare propriu-zis. Sînt arătate diverse mijloace prin care se pot realiza aceste funcţiuni fără a recurge la perii şi comutator cu lamele şi se descrie o maşină experimentală destinată a arăta folosirea unui dispozitiv cu semiconductoare pentru comutarea unei maşini de curent continuu. La această maşină, polii se află pe rotor,

iar secţiunile de bobinaj care trebuie comutate, pe stator. Acest bobinaj poate fi oricum, dar în cazul de faţă s-a luat un bobinaj cu doi poli şi şase secţii de bobinaj. Comutaţia acestui bobinaj necesită 12 contacte care pot fi: relee, tranzistoare, tiratroane sau celule redresoare cu siliciu. Alegerea între acestea trebuie să ţină seamă de viteza maximă, de curentul de scurtcircuit, de mediu etc.

Determinarea poziţiei cîmpului, adică a rotorului, poate să fie făcută, de asemenea, în mai multe feluri. Însuşi magnetismul polilor poate servi drept mediu pentru comunicarea informaţiei; pe stator se pot întrebuinţa în acest caz detectoare care să folosească efectul Hall, sau variaţia rezistenţei unei bobine sau a unui cristal, sau variaţia saturaţiei. Se pot utiliza pentru comunicarea informaţiei şi dispozitive capacitive magnetochimice şi mai ales optice. Aceste sisteme directe prezintă, faţă de sistemele de semnale provenite din derivarea vitezei, avantaje din punctul de vedere al obţinerii cuplului la pornire. Pentru ca selectorul să poată alege secţiunea de bobinaj care trebuie să fie comutată, el are nevoie de două informaţii: prima este poziţia axei polilor, a doua, sensul de rotaţie dorit. La alegerea dispozitivului folosit se ţine seamă de dorinţa ca durata de viaţă să fie cît mai mare, cu o cît mai mică întreţinere. Maşina a fost folosită cu succes ca maşină de curent continuu şi ca convertizor din curent continuu în curent alternativ. O astfel de maşină este avantajoasă cînd trebuie să funcţioneze în atmosferă cu riscuri de explozie sau ca motor de extrem de mare turaţie. Ea poate fi avantajos folosită pentru studiul comutaţiei şi ca convertizor în rachete sau aparate izolate.

H. A.

CZ 621.317 *Măsurări electrice*

CZ **621.317.712 : 621.38 – 53**

Vastrade, Ch. **Aportul electronicii în electrometrie. Posibilităţi care scot în evidenţă procedeele analogice** (Apport de l'électronique en électrométrie. Possibilités relevant de procédés analogiques). În: Rev. E. **3**, nr. 12, 1962, p. 497–510, 24 fig.

Se arată că aportul electronicii în electrometrie, prin aplicarea procedeelor analogice, depinde de folosirea judicioasă a amplificatoarelor şi a operatoarelor liniare. Se prezintă caracteristicile fundamentale, care în unele cazuri sînt sub o formă puţin cunoscută. Se descriu trei aplicaţii cum şi posibilităţile pe care le oferă electronica, folosită în electrometrie, precizia măsurărilor, sensibilitatea şi rapiditatea răspunsului etc. Se prezintă un electrodinamometru a cărui clasă de precizie este 0,1 %, care poate lucra atît în curent continuu, cît şi în curent alternativ, pînă la frecvenţa de 2 500 Hz, precum şi performanţele obţinute cu acest aparat, trăgîndu-se concluzii asupra supleţei la care se pretează circuitele electronice folosite în electrometrie.

L. V.

CZ **621.317.431 : 621.317.726**

Ceciurino, E. N. **Voltmetru sensibil la fază pentru determinarea curbelor de histerezis în curent alternativ.** (Fazokuistvitelnîi voltmetr dlia apredelenia ghistereznîh krivîh na peremenom toke). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 6, 1962, p. 45–47, 3 ref. bibl.

O mare dezvoltare a luat în ultima vreme încercarea materialelor feromagnetice în curent alternativ, în strînsă legătură cu dezvoltarea radiotehnicii, automaticii şi tehnicii de calcul. Metodele clasice de încercare nu mai sînt suficiente, motiv pentru care se elaborează aparate care să ridice curbele de histerezis în regim dinamic. Ferometrele recent construite în tehnica mondială au neajunsul că gama de frecvenţă este limitată: 40–60 şi 400–600 Hz, şi cer existenţa unei surse de tensiune trifazată pentru schimbătorul de fază.

La Institutul Vniim, pentru determinarea curbei de histerezis s-a construit un aparat care permite să se determine caracteristica materialelor magnetice pe epruvete, în formă de tocuri, într-o gamă de frecvenţe de la 50 Hz la 10 kHz. Alimentarea schimbătorului de fază se realizează de la o sursă de tensiune monofazată. Voltmetrul constă din blocul de măsură, schimbătorul de fază şi alte blocuri auxiliare, a căror schemă de principiu este descrisă pe larg.

Rezultatele cercetărilor efectuate pe un prototip au arătat că aparatul este indicat pentru măsurarea valorii medii a tensiunii cu coeficient de formă de la 1,11 la 2,5. Eroarea voltmetrului, determinată la 1 000 Hz, nu depăşeşte ±2 %. De asemenea, eroarea admisibilă de frecvenţă, în gama de frecvenţă de la 400 la 10 000 Hz, nu depăşeşte ± 2 %.

F. T.

CZ **621.317.733.2**

Popov, V. S. **Circuite logometrice de măsură cu rezistenţe de încălzire.** (Logometriceskaia izmeritelnaia ţepi s podogrevnîm soprotivleniem). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 8, 1962, p. 46–49, 2 ref. bibl.

Prin circuit logometric de măsură se înţelege un circuit care poate transforma raportul dintre două mărimi electrice într-un curent sau tensiune electrică. Un astfel de circuit, căruia i se anexează aparatul de măsură, îndeplineşte în bune condiţii funcţionarea unui logometru, putînd fi folosit pentru măsurarea frecvenţei, fazei, ca şi a altor parametri ai circuitului electric: rezistenţe ohmice, capacităţi, inductanţe.

Se descrie un circuit logometric de măsură cu rezistenţe, realizat sub formă de punte, în unul dintre braţele căreia se conectează o rezistenţă R_3, cu încălzire indirectă. Alimentarea punţii şi a elementului de încălzire se face de la două surse de tensiune diferite. Rezistenţele dispuse în braţele punţii sînt alese astfel încît, la lipsa curentului în elementul de încălzire, tensiunea care se repartizează pe R_1 să fie mai mare decît cea pe R_3. Tensiunea din diagonala punţii V_d creşte odată cu creşterea tensiunii V_1 şi V_2, apoi scade pînă la zero, puntea tinzînd spre poziţia de echilibru. Din funcţionarea schemei rezultă că $V_d = V_2/V_1$, ceea ce dovedeşte funcţionarea schemei ca circuit logometric.

Bazele teoretice ale problemei sînt analizate pe larg, concluzia fiind că raportul îşi menţine valoarea pentru orice valoare a lui V_2 care nu provoacă o variaţie a rezistenţei R_3. Ca aplicaţie a acestor principii se descrie circuitul logometric care reprezintă o punte simetrică cu braţele de raport egale, cu cîte două rezistenţe încălzite, identice, în cele două braţe cu rezistenţă reglabilă în diagonala punţii.

Rezultatele de laborator obţinute indică posibilităţi largi de aplicare în domeniul telemăsurărilor.

F. T.

CZ **621.317.611 : 631.314.4**

Vdovin, S. S. **Aparat pentru determinarea spirelor scurteircuitate în bobinele transformatoarelor** (Pribor dlia apredelenia valicia karotkozamknutîh vitkov v katuşkah transformatorov). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 10, 1962, p. 47–49.

Determinarea scurtcircuitului dintre spirele unor înfăşurări fără ecrane electrostatice se face relativ sigur; problema devine mai grea în cazul în care între înfăşurări se introduce un ecran electrostatic, realizat din folie de cupru. Ecranul nu se prezintă ca o spiră scurtcircuitată galvanic, totuşi prin plasarea lui în cîmpul magnetic alternativ, apar curenţi Foucault care pot schimba aspectul fenomenului. În aceste condiţii aparatul care va trebui să determine scurtcircuitul dintre spirele bobinelor va trebui să excludă influenţa ecranului, adică să creeze un cîmp magnetic care să nu provoace în ecran curenţi Foucault. Forma cea mai bună care satisface aceste condiţii este aceea a unui solenoid lung. Precizia cea mai bună la indicarea prezenţei spirelor scurtcircuitate are loc atunci cînd tensiunea alternativă de încercare are frecvenţa de 2–2,5 kHz. Schema-bloc a aparatului se compune din două generatoare electronice, care produc tensiunea alternativă de frecvenţă 2 kHz şi două amplificatoare, de la care tensiunea se aplică pe plăcile verticale şi orizontale ale unui osciograf. Circuitul inductiv oscilant al generatorului 2 joacă rolul solenoidului de care s-a vorbit, frecvenţa lui fiind reglată cu ajutorul unui

condensator C. Cînd bobina ce trebuie încercată nu are ecran şi nici spire scurtcircuitate atunci frecvenţa generatorului 2 rămîne neschimbată şi elipsa pe ecran rămîne fixă în orice poziţie ar fi bobina faţă de solenoid. La apariţia spirei scurtcircuitate, elipsa începe să se rotească.

Aparatul permite să se determine spirele scurtcircuitate în bobina de diametru pînă la 100 mm, iar diametrul conductorului 0,1 mm, valori care satisfac necesităţile cerute de diferitele tipuri de transformatoare.

F. T.

CZ **621.317.71/72 : 537.32**

Gravin, O. H., Galahova, O. P. şi Koltik, E. D. **Folosirea convertizoarelor termice la frecvenţe foarte joase** (Primenenie termopreabrazobatelei pri infranizkih ciastatah). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 6, 1962, p. 31—34, 2 ref. bibl.

În ultimii ani tot mai mult se folosesc în tehnică, la încercarea sistemelor de reglare automată, curenţii alternativi de frecvenţe joase. În legătură cu aceştia apare necesitatea măsurării diferitelor mărimi electrice la aceste frecvenţe. Articolul prezintă posibilitatea de a măsura valorile efective sau amplitudinile curenţilor sau tensiunilor la valori sub 0,5 Hz, la unghiuri de defazare de 0, 90, 180 şi 270°. Ecuaţiile regimului termic care se stabilesc se descriu pe larg, rezultatele experimentale arătînd că folosirea convertizoarelor termice, chiar cu inerţie mare, ia o tot mai mare răspîndire.

Se descriu pe larg o serie de circuite la care conectarea convertizoarelor termice permite (la frecvenţe mai mici de zecimi de Hz) măsurarea unui şir de mărimi electrice, ca: concordanţa de fază a două oscilaţii electrice, valoarea amplitudinii curenţilor şi tensiunilor. Unele dintre aceste circuite au fost introduse în practică, funcţionarea lor decurgînd satisfăcător.

F. T.

CZ **621.317.7.085.5**

Obrosov, I. I. şi Kovalenko, E. V. **Nomograme pentru calculul la întindere a resorturilor.** (Nomogramîi dlia rasceta resort priborov na rastiajkah). În: Izmeritelnaia tehnika, nr. 9, 1962, p. 48—51.

Calculul şi alegerea după formule optime a parametrilor resorturilor de întindere a aparatelor electrice de măsură cer un timp mare de lucru, care poate fi însă mult scurtat în ipoteza folosirii nomogramelor. Două cazuri sînt studiate mai pe larg; calculul resortului consolă şi al celui simetric.

La calculul resortului consolă se porneşte de la ecuaţiile teoretice de bază, după cîteva simplificări ajungîndu-se la cîteva ecuaţii ce duc la nomograme simple. Eroarea provenită din simplificarea ecuaţiilor nu depăşeşte 1—2%.

În cel de-al doilea caz, plecînd de la expresia secţiunii resortului funcţie de forţa de întindere, se scrie ecuaţia momentelor Mo (după Castigliono), a forţei l_0, după care, funcţie de elementele geometrice ale resortului, se reprezintă nomogramele. Modul de lucru ca şi cele cîteva exemple de calcul sînt tratate în amănunt. Există o concordanţă deplină între rezultatele obţinute prin calcul şi cele rezultate din nomograme.

F. T.

CZ **621.327.7 :546.15**

Schilling, W. **Lămpi electrice cu adaos de iod** (Glühlampen mit Iodzusatz). În: ETZ—B, **13**, 1961, p. 485—487, 4 fig., 2 tab.

Adaosul de halogeni la gazele de umplere a lămpilor incandescente, pentru evitarea înnegririi baloanelor de sticlă, nu putea fi realizat din două motive, şi anume:

1. halogenii se combinau cu nichelul conductoarelor din lampă;

2. combinaţiile de halogeni + wolfram se depuneau pe locurile mai reci (100—150° C) ale baloanelor de sticlă.

La lămpile noi cu adaos de iod, se produce următorul fenomen: pe balon şi pe părţile metalice mai îndepărtate de filament (de wolfram), care au temperaturi sub 8 400°C, se formează WI_2, care este în stare gazoasă la temperaturi peste 250°C. Pe filament şi în apropierea lui, unde temperatura este mai mare decît 1 400° C, WI_2 se descompune din nou în W şi I. Din cauza căderii constante de temperatură, între balon şi filament se produce un circuit, în care wolframul, desprins de filament şi combinat temporar cu iodul, ajunge din nou în apropierea filamentului, depunîndu-se din nou pe acesta şi separîndu-se de iod. Astfel, wolframul nu se mai depune pe balon. Se obţine o mărire a fluxului luminos (prin evitarea înnegririi) şi, în acelaşi timp, o prelungire a duratei filamentului (prin revenirea particulelor pe acesta).

Pentru ca temperatura să fie în orice punct peste 250°C, lămpile cu adaos de iod se execută în formă de sofite, din cuarţ, cu toate părţile metalice interioare din wolfram. Gazul din sofită este argon cu un adaos de 1μ mol iod. O tabelă arată caracteristicile acestor lămpi pentru diferite utilizări. Spaţiul interior al unei astfel de sofite reprezintă doar 0,5% din spaţiul unei lămpi obişnuite.

Urmează consideraţii privind randamentul luminos şi durata de viaţă a acestor lămpi, în funcţie de variaţia presiunii din sofite şi de schimbarea gazelor de umplere (Krypton, Xenon). Într-o figură este redat schematic procesul de revenire pe filament a wolframului, atît datorită gazului de umplere cît şi datorită adaosului de iod.

Utilizările acestor lămpi sînt, deocamdată, limitate la cazurile unde prezintă avantaje deosebite, cum ar fi la iluminatul faţadelor cu reflectoare, iluminatul aeroporturilor etc. În ce priveşte viitorul, spaţiul mic al sofitelor menţionate va determina exploatarea lor, cu atît mai mult cu cît prezintă aceleaşi avantaje ca şi lămpile cu presiune mare, deoarece aceste sofite de cuarţ au o rezistenţă mecanică ridicată, reducînd — în acelaşi timp — consumul gazelor nobile Krypton şi Xenon. Randamentul şi strălucirea unor astfel de lămpi vor putea fi sporite cu valori pînă la 50% faţă de lămpile incandescente obişnuite.

Gh. C.

CZ **621.327.42**

Kösel, H. J. **Surse de lumină electroluminescente** (Elektroluminiszenz-Lichtquellen). În: ETZ—B, **13**, nr. 18, 1961, 1 fig., 4 tab.

Lămpile electroluminescente, utilizate la iluminarea cadranelor de instrumente, a textelor, a semnalizărilor etc., se caracterizează prin iluminarea uniformă a unei suprafeţe plane, cu o strălucire de 10—20 asb. O astfel de placă luminescentă este — în fond — un condensator al cărui dielectric este un material luminescent cuprins între straturi de materiale transparente, respectiv translucide, şi în acelaşi timp conducătoare de electricitate. Materialul luminescent folosit este, în general, fosfor cu sulfat de zinc activat cu puţin cupru. Se realizează astfel de materiale în culorile: verde, albastru, galben, roşu sau alb. Strălucirea maximă s-a obţinut cu culoarea verde.

Sînt descrise apoi cele trei categorii de plăci electroluminescente: cu plăci de sticlă, cu folii din material sintetic şi de ceramică. Strălucirea celor trei categorii de plăci scade după 5 000 de ore de exploatare cu 60%, respectiv 70% şi 20%. Cele mai stabile sînt plăcile executate din ceramică, la care materialul luminescent este introdus în email transparent.

În privinţa comportării lor din punct de vedere fizic sînt date rezultatele unor măsurări efectuate asupra unei plăci ceramice cu lumină verde. Două diagrame arată variaţia strălucirii în funcţie de tensiune şi de frecvenţă. Dintr-o a treia diagramă reiese că randamentul (lm/W) este maxim la o tensiune inferioară tensiunii nominale. Articolul se încheie cu consideraţii asupra comportării acestor plăci în funcţie de temperatură, arătîndu-se că temperatura camerei este cea mai favorabilă din punctul de vedere al strălucirii.

Gh. C.

CZ **537.322 :621.56/59**

Sawitzki, F. **Răcirea electrotermică şi posibilităţile de utilizare a ei.** În: ETZ—B, **13**, nr. 16, 1961, p. 432—435.

Pe lîngă cunoscutele procedee de producere a frigului bazate pe principiile compresiunii şi absorbţiei, se trece în ultimul timp tot mai mult la aplicaţiile principiilor Seebek şi Peltier pentru producerea frigului pe cale electrotermică. După ce se dă definiţia „puterii termice", ca fiind tensiunea

produsă prin diferența de temperatură de 1°C între cele două puncte de sudură, se insistă asupra cantității de frig produs după principiul Peltier, ajungîndu-se la concluzia că frigul produs variază după o parabolă în funcție de curentul I, existînd, natural, o valoare maximă a frigului la un anumit curent I_0. În realitate, parabola este deformată prin scurgerea căldurii Joule de la punctul de sudură cald, la cel rece, Această scurgere de căldură este redată într-o diagramă în funcție de diferența de temperatură dintre punctul de sudură rece și cel cald. Se demonstrează că, pentru producerea unei cît mai mari cantități de frig pe baza principiului Peltier, cele două ramuri ale circuitului nu trebuie să se compună din metale, ci din semiconductoare, care au o „putere termică" mare, rezistența electrică și conductibilitatea termică fiind mici. Se obțin diferențe de temperatură pînă la 100°C între cele două puncte de sudură. Se dau apoi exemple constructive de realizare a acestor termoelemente, insistîndu-se asupra avantajelor lor : nu produc zgomot (ca cele cu compresor), sînt ușor reglabile (prin curentul de alimentare) și sînt reversibile, trecîndu-se ușor de la producerea de frig la cea de căldură. Dezavantajul unui consum specific de energie electrică mai mare decît acela al sistemelor cu compresoare nu se ia în considerare atunci cînd este vorba de cantități reduse de frig. Asupra acestor din urmă cazuri se insistă în cele ce urmează. Sînt descrise astfel aparatul de măsurat umiditatea, masa de răcire pentru microscoape (la care temperatura poate fi reglată între -35 și $+100$°C) și microtermostatul. Pe lîngă alte aplicații din domeniul alimentației, este menționat un frigider electrotermic interesant, expus de către U.R.S.S. la Expoziția internațională de la Bruxelles.

Gh. C.

CZ 621.319 *Aplicațiile electrostaticii*

CZ 621.319 : 667.673.1

Kleber, W. **Considerații comparative despre pulverizatoare electrostatice de lacuri în instalații fixe** (Vergleichende Betrachtung über elektrostatische Lackzerstäuber in stationären Lakieranlagen). În : Elektrie, **16**, nr. 2, 1962, p. 47—50, 6 fig.

Pulverizarea se produce datorită unui cîmp electric între injectorul sau muchia de pulverizare și obiectul care urmează să fie înlocuit. Sînt descrise toate fazele începînd cu distrugerea tensiunii de suprafață a lacului datorită forțelor electrice pînă la depunerea pulberii de lac pe suprafața obiectului în cauză. În funcție de condițiile ce trebuie îndeplinite de către electrodul pulverizator (pulverizarea cît mai plină concomitent cu încărcarea electrică și transportul particulelor de lac datorită cîmpului electric) urmează un studiu al construcției acestor electrozi. O primă condiție a unui electrod corespunzător este o rază de curbură cît mai mică a muchiei sale. Forma cea mai simplă a pulverizatorului o reprezintă muchia simplă (imobilă). Dacă această muchie devine un disc în rotație se obțin două avantaje :

a) discul în rotație rezolvă și alimentarea cu lac a muchiei pulverizatoare ;

b) forța centrifugă produsă de rotația discului ajută la spargerea peliculei de lac de pe muchie făcînd astfel posibilă o reducere a cîmpului electric pulverizant. Sînt date apoi condițiile mecanice și electrice necesare funcționării corespunzătoare a unui pulverizator cu disc mobil. Urmează descrierea constructivă, inclusiv efectul pulverizării (forma imaginii obținute prin pulverizare) pentru șapte diferite modele de pulverizator. Articolul se închide cu unele probleme privind ansamblul instalațiilor, arătîndu-se în diferite variante transportul pieselor de lăcuit prin fața pulverizatoarelor, precum și o construcție specială cu șaibe pulverizante multiple pentru lăcuitul orizontal. *Gh. C.*

CRONICĂ

Sesiunea a X-a a electrotehnicienilor de la Weimar

CZ 061.3 : 621.3(43),,1963"

În intervalul 9 la 14 iunie a avut loc la Weimar în R. D. G. a zecea sesiune a electrotehnicienilor. Lucrările în domeniul curenților tari s-au desfășurat pe grupe de specialități, după cum urmează :

1. Aparate și instalații de înaltă tensiune
2. Mașini electrice
3. Instalații electrice în industrie și locuințe
4. Materiale izolante
5. Rețele electrice industriale
6. Tehnica releelor
7. Descărcătoare și supratensiuni
8. Vibrațiile și zgomotele mașinilor electrice
9. Aparate de conectare de joasă tensiune
10. Materiale metalice
11. Producerea directă a energiei electrice
12. Redresoare cu semiconductoare.

În cadrul grupei 1 sînt de relevat următoarele referate :

Dr. ing. *W. Frischmann* : Aparate de conectare de medie tensiune, tendințe moderne de dezvoltare. S-au prezentat seriile noi de întreruptoare și separatoare de sarcină și separatoare, dezvoltate în R. D. G., comparativ cu aparatele similare din alte țări. În referat se insistă asupra măririi capacității de rupere pe unitatea de masă a aparatului și asupra reducerii gabaritului. Se prezintă tipul nou de întreruptor cu ulei puțin, construcție realizată cu ajutorul rășinii de turnare tip SGI. De asemenea se descriu întreruptoarele cu aer comprimat de medie tensiune. Se subliniază faptul că pentru dezvoltarea unei serii de aparate de conectare cheltuielile ocazionate de cercetări și încercări sînt importante.

Dr. ing. *W. Freitag* : Dezvoltarea și perspectivele stațiilor de conexiuni capsulate pentru interior și exterior. Se remarcă tendința pentru dezvoltarea instalațiilor mai mici, mai ieftine și mai sigure în exploatare. Scopul este de a se realiza o formă constructivă complet izolată în material solid. În acest sens s-au construit celule de conexiuni pentru interior și pentru exterior. La instalațiile de tip exterior sînt îndeplinite condițiile de climatizare. De asemenea s-a cercetat posibilitatea folosirii acestor instalații în climat tropical.

Dr. ing. *Mocsary* — Budapesta : Cercetări asupra siguranțelor de înaltă tensiune, de mare putere de rupere și supratensiuni reduse. Se expun procesele care apar la deconectarea supracurenților și curenților de scurtcircuit de către siguranțele fuzibile limitatoare. În R. P. U. s-au elaborat siguranțe de mare putere cu fuzibil cu întrerupere multiplă. Aceste siguranțe se comportă bine atît la curenți mici de suprasarcină, cît și la curenți de scurtcircuit, în sensul că sînt limitatoare și că supratensiunile de comutație sînt reduse.

Conf. ing. *Gh. Hortopan* — București : Timpul de răspuns al unui divizor de tensiune ecranat. Se arată avantajele unui divizor de tensiune rezistiv și prezintă funcția de transfer și răspunsul tranzitoriu. Se prezintă modelarea divizorului în baie electrolitică, în scopul determinării repartiției cîmpului electric în lungul divizorului. În final, se arată o schemă de încercare originală și rezultatele încercărilor, care dovedesc că divizorul construit poate servi la măsurarea tensiunilor de impuls tăiate, dacă timpul de tăiere este mai mare de 1 μs. În concluzie, divizorul rezistiv ecranat poate fi folosit la încercarea la impuls a transformatoarelor.

În cadrul grupei a 2-a, s-au prezentat referate privind : Tendințe de dezvoltare în construcția de mașini, constanta de timp și comportarea dinamică a motoarelor de curent continuu ; introducerea tolei texturate în construcția mași-

nilor electrice, motoare pentru 300° C temperatura mediului ambiant; metode de calcul pentru determinarea încălzirii.

În cadrul acestei grupe prof. *M. Marinescu* — București a susținut referatul despre hysterezis electromecanic și folosirea lui în tehnică.

Prof. dr. *Stumpp* — Magdeburg a prezentat un referat cu caracter teoretic asupra regimului termic al mașinilor rotative la funcționare intermitentă. Din prezentarea calculelor rezultă că la mașinile electrice rotative trebuie considerate două constante de timp în loc de una, admisă pînă în prezent. În acest caz solicitarea intermitentă conduce la variații de temperatură mai mari decît în cazul considerării unei singure constante de timp.

În cadrul grupei a 3-a s-au prezentat referate privind tipizarea și folosirea prefabricatelor în tehnica instalațiilor electrice în industrie și în locuințe.

În cadrul grupei a 4-a s-au prezentat referate privind materiale izolante din polimeri, dependența dintre structura materialelor izolante și caracteristica de străpungere, comportarea uleiului cu bule de gaz în cîmpul electric, stabilitatea la descărcările parțiale a foliilor artificiale folosite în construcția cablurilor de înaltă tensiune.

În cadrul grupei a 5-a lucrările s-au axat pe dezvoltarea rețelelor industriale, cu alimentare pînă la tensiunea de 110 kV, mărimea economică a transformatoarelor în posturi, probleme de protecție în rețelele industriale, supratensiuni în rețelele industriale de înaltă tensiune, treptele economice de tensiune în rețele industriale.

În cadrul grupei a 6-a s-au expus referate privind dezvoltarea releelor electromecanice și mai ales a celor statice, rezolvarea problemelor de măsură în tehnica protecției cu ajutorul electronicii.

În cadrul grupei a 7-a s-a relevat referatul dipl. ing. *G. Morgenstern*: Stadiul dezvoltării și perspectivele descărcătoarelor cu rezistență variabilă. Descărcătoarele se construiesc pentru curenți nominali de 5 și 10 kA. Eclatoarele sînt incluse într-un tub de porțelan, în atmosferă de azot. Rezistențele variabile au liant ceramic. Sînt descrise în mod detaliat încercările de tip și de serie ale descărcătoarelor. S-a insistat asupra capacității termice a eclatoarelor. care trebuie să fie confecționate dintr-o tablă suficient de groasă pentru a nu se ajunge la formarea de stalactite și stalagmite din cauza curentului de însoțire.

Au mai fost prezentate referate privind stingerea magnetică în descărcătoare, mecanismul de conducție a carburii de siliciu, principii de coordonare a izolației pe baza supratensiunilor interne, înregistrarea supratensiunilor de comutație, protecția supratensiunilor atmosferice cu firul de pămînt.

În cadrul grupei a 8-a s-au prezentat referate privind: zgomotul și vibrațiile mașinilor electrice, considerații constructive și tehnologice privind fabricarea mașinilor electrice cu vibrații mici și zgomot redus. Automatizarea tehnicii echilibrajului rotoarelor mașinilor electrice, metode de măsurare a zgomotelor la mașini electrice.

În cadrul grupei a 9-a s-au expus referate despre: dezvoltarea aparatelor de joasă tensiune, cercetarea deplasării materialelor din contacte cu ajutorul izotopilor radioactivi, influența tehnologiei asupra caracteristicii electromagneților, contactoare pentru regim de lucru greu în industrie.

În cadrul grupei a 10-a s-au prezentat probleme privind folosirea materialelor metalice în electrotehnică (conductoare magnetice, bimetale, resoarte etc.).

În cadrul grupei a 11-a s-au expus problemele producerii directe a energiei electrice sub forma unor referate cu caracter general.

În cadrul grupei a 12-a s-a prezentat studiul dezvoltării tehnicii redresării cu ajutorul ventilelor cu semiconductoare Afară de referate cu caracter de sinteză au mai fost expuse probleme privind: bazele teoretice ale funcționării tiristorului, metode de măsură a caracteristicilor dinamice, a temperaturii joncțiunii, a capacității de suprasarcină, particularitățile instalațiilor echipate cu diode cu siliciu.

Problemele din domeniul curenților slabi s-au dezbătut în alte 12 grupe de specialitate, și anume:

13. Teoria informațiilor
14. Probleme privind posturile de emisie puternice
15. Televiziune
16. Ambalarea produselor electrotehnice
17. Tranzistoare, elemente componente
18. Tuburi pentru oscilograf
19. Tehnica înaltei frecvențe
20. Telecomunicații prin fir
21. Tehnica undelor dirijate
22. Tehnologia aparatelor de telecomunicații
23. Tuburi electronice
24. Tehnica aparatelor de măsură digitale

Organizarea sesiunii a fost făcută de Kammer der Technik sub conducerea dipl. ing. *N. Wass*. Modul de organizare atît a ședințelor de comunicări, cît și a programului cultural a fost mult apreciat de către participanți. Țara noastră a participat prin delegații: prof. *M. Marinescu* și conf. *Gh. Hortopan*, care au susținut referate în cadrul grupelor de specialitate.

În total s-au prezentat aproximativ 120 de referate, dintre care 100 de către R.D.G., iar restul de către delegați din alte țări.

Gh. Hortopan

A III-a sesiune de comunicări tehnico-științifice a uzinelor Electroputere—Craiova

Ing. Mîrzan Emil

CZ 061.3: 621.3 (498) UEPC „1963"

În zilele de 17 și 18 mai a. c., la uzinele Electroputere Craiova, a avut loc cea de-a III-a sesiune de comunicări tehnico-științifice a personalului tehnic din uzină. Au fost susținute un număr de 43 referate; dintre acestea 9 referate au fost susținute din exterior (Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.; Institutul de cercetări electrotehnice; Institutul politehnic-Brașov și întreprinderea Electrotehnica-București), 5 dintre ele, avînd colaborarea cadrelor din uzină, iar unul dintre referatele susținute din partea uzinei a fost întocmit în colaborare cu Baza Academiei R.P.R. — Timișoara.

La lucrările sesiunii, în afara cadrelor de specialiști din uzină, au participat invitați din întreprinderile și institutele de specialitate; remarcăm participarea activă la desfășurarea lucrărilor sesiunii a tovarășilor acad. Cornel Miklosi și acad. Aurel Avramescu, care prin intervențiile în discuții au dat indicații prețioase pentru activitatea ulterioară de cercetare a cadrelor din uzină.

După cuvîntul de deschidere al tovarășului Alexandru Dombi, directorul general al uzinelor Electroputere, a fost prezentat referatul de sinteză „Ridicarea performanțelor tehnice ale produselor uzinelor Electroputere, prin cercetări tehnico-științifice", întocmit de un colectiv alcătuit din: ing. *Vl. Popovici*, ing. *V. Stanciu*, și ing. *D. Cîrstea*. Acest referat a arătat evoluția activității de cercetare din uzină din ultimii ani, a reliefat unele aspecte mai pregnante ale acestei activități, punînd accentul pe eficacitatea tehnico-economică a cercetărilor uzinale legate nemijlocit de necesitățile stringente ale uzinei.

În încheierea referatului s-au arătat perspectivele de dezvoltare privind tematica de lucru și baza tehnico-materială a cercetărilor uzinale.

În continuare au fost prezentate cele patru referate din grupa „*Ridicarea productivității muncii*", și anume:

„Ridicarea productivității muncii la fabricația locomotivei Diesel-electrice" colectiv ing. *Vl. Popovici*, ing. *A. Enăchescu* și ing. *Fl. Burdubuș*.

În referat se arată că pentru a asigura o înaltă calitate acestui produs, cît și o productivitate sporită, atelierele de fabricație au fost dotate cu instalații tehnologice speciale,

cu mașini moderne de mare randament și cu număr sporit de SDV-uri, fără a se neglija problema atît de importantă a ridicării calificării muncitorilor. Influența acestor factori asupra creșterii productivității muncii este ilustrată de figurile 1 și 2 în care se arată evoluția ciclului tehnologic de fabricație și dinamica manoperei pe locomotivă de la începutul fabricației și pînă în prezent. Prevederile proiectului tehnologic referitor la dinamica manoperei pe locomotivă (fig. 3) arată posibilitățile și sarcinile ulterioare în acest domeniu.

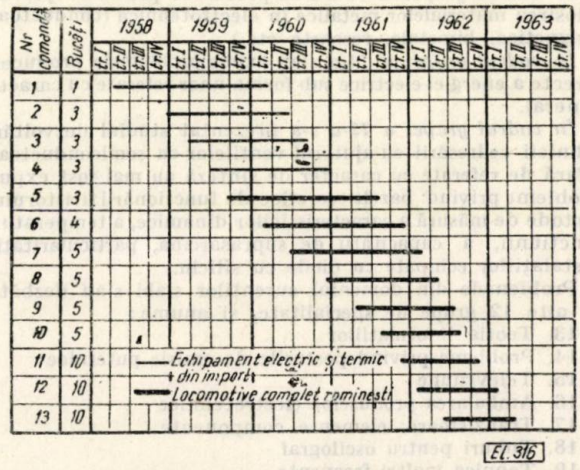


Fig. 1. Dinamica ciclului de fabricație a locomotivei Diesel-electrice Co-Co 2 100 CP.

În referat sînt cuprinse date interesante asupra instalațiilor complexe de mare productivitate introduse, sau în curs de introducere în procesul de fabricație al locomotivei, ca de exemplu: instalația de sablaj și instalația de vopsit și uscat a întregii locomotive etc.

„Modernizarea cuptorului pentru lăcuit tole de la fabrica de mașini electrice rotative" — colectiv: *Al. Dombi*, ing. *M. Matei* și ing. *V. Șendroiu*.

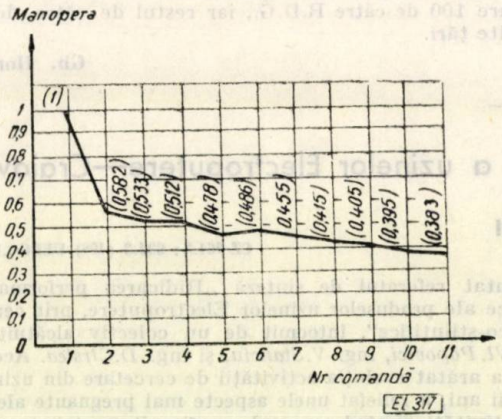


Fig. 2. Dinamica manoperei pe locomotiva Diesel-electrică Co-Co 2 100 CP.

Se prezintă principiile constructive și performanțele tehnice ale unei noi instalații de izolat tole din tablă silicioasă pentru mașini electrice rotative cu un strat de 13 μ de lac 202 pe bază de ulei de in rafinat. Instalația folosește arzătoare de gaz metan de construcție originală și se remarcă printr-o productivitate ridicată, simplitatea și robustețea construcției, siguranța în funcționare și îmbunătățirea sensibilă a condițiilor de muncă în atelier

„Realizări în domeniul autoutilării" autor ing. *M. Matei*.

Sînt prezentate cele mai semnificative realizări cu deosebită eficacitate tehnico-economică: mașini de bandajat rotoare, mașini de bobinat de diverse tipuri și mărimi pentru transformatoarele de putere, prese de mecanizat bare, cuptoare pentru tratamente termice, ca și instalații complexe cum sînt: instalații de pregătire și turnare a rășinilor sintetice în cochilii pentru transformatoare de măsură, agregatul cu cinci capete de frezat pentru prelucrarea simultană a carcasei motorului de tracțiune ș.a.

„Preocupările actuale și perspectivele de dezvoltare a lucrărilor de proiectare privind utilajele de mecanizare" — colectiv: ing. *Vl. Popovici* și ing. *E. Mîrzan*.

În referat se arată că dublarea producției în 1963 față de 1961 prin creșterea mărimii seriilor la unele produse ca și prin tipizarea și unificarea unor subansambluri a fost posibilă numai prin trecerea treptată la un nivel superior de organizare a fabricației, pe baza tehnologiei de grup. Se prezintă premisele de plecare în proiectarea de noi utilaje și instalații complexe în uzină și se trec în revistă proiectele reprezentative sub aspectul noutății și economicității din acest domeniu.

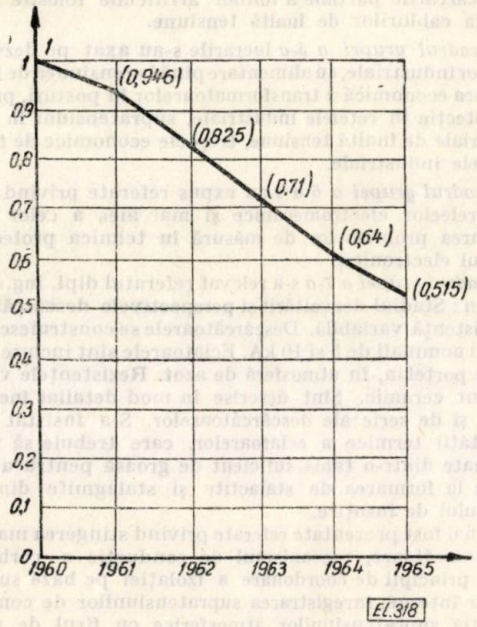


Fig. 3. Dinamica manoperei pe locomotivă conform prevederilor proiectului tehnologic.

După ce au fost prezentate aceste materiale, lucrările sesiunii au continuat grupate în două secții.

În prima secție au fost centralizate referatele din grupele fabricația locomotivei Diesel-electrice (5 referate); fabricația mașinilor electrice rotative (10 referate); metalurgie (4 referate).

În a doua secție au fost ținute referatele grupelor: fabricația transformatoarelor (13 referate); fabricația aparatajului de înaltă tensiune (6 referate).

Fabricarea locomotivei Diesel-electrice (fig. 4)

„Studiul asupra posibilităților de ridicare a performanțelor locomotivei Diesel-electrice de 2100 CP" — colectiv ing. *A. Enăchescu*, ing. *W. Wagner* și ing. *I. Ciobanu*. În momentul de față locomotiva Diesel-electrică Co-Co, 2 100 CP lucrează la putere totală pînă la 65 km/h, scăzînd pentru viteza de 100 km/h la 1 550 CP. În referat se descriu soluțiile studiate pentru utilizarea puterii totale la viteze peste 65 km/h prin:

— mărirea gradului de slăbire a cîmpului la motoarele de tracțiune;

— modificarea caracteristicii de magnetizare a motoarelor de tracțiune.

Aplicarea acestor îmbunătățiri în fabricarea de serie a locomotivelor este în curs.

„Realizarea şi experimentarea unei noi scheme de slăbire a cîmpului motoarelor de tracţiune de la LDE" — colectiv : *A.Enăchescu*, ing. *W.Wagner* şi ing. *I.Ciobanu*. Conform proiectului iniţial slăbirea cîmpului se face în două trepte, prin şuntarea cu rezistenţe a înfăşurării de excitaţie a motoarelor de tracţiune, în scopul extinderii gamei de viteze, cu

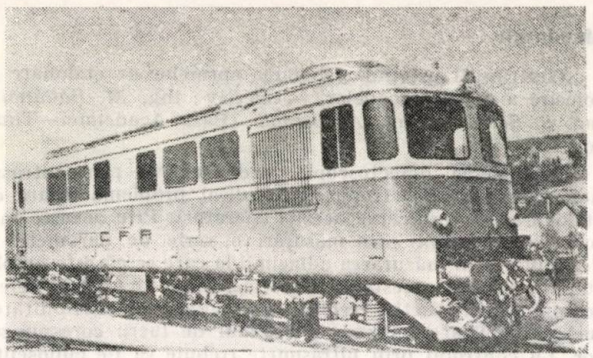


Fig. 4. Locomotiva Diesel-electrică Co-Co 2 100 CP.

utilizarea puterii totale a motorului Diesel. Pentru a înlătura deficienţele schemei existente, constatate în exploatare, la uzinele Electroputere s-a conceput o nouă schemă care să permită eliminarea lor. Slăbirea cîmpului se face în trei trepte, deconectările treptelor se fac succesiv evitîndu-se pendulă-

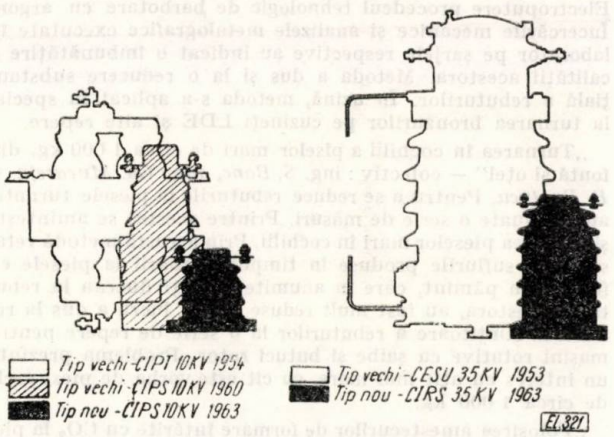


Fig. 5. Gabaritele unor transformatoare de curent de construcţie veche şi nouă, fabricate la UEPC.

rile în turaţia motorului Diesel şi în tensiunea şi curentul generatorului principal. După prezentarea primelor experimentări care au dat rezultate favorabile, se indică măsurile pentru extinderea noii scheme în fabricarea de serie a LDE.

„Studiul comparativ dintre bobinajele rotorice executate la generatorul principal LDE", ing. *L.Mîndrea*.

Se studiază două tipuri de înfăşurare : bobinajul existent de tip broască şi bobinajul buclat simplu. Se constată experimental că ambele tipuri de bobinaje se încadrează în limitele de încălzire ale normelor UIC 620-0, bobinajul de tip broască cu fir continuu avînd o rezervă de temperatură în plus de 10-15°C. Nu se constată deosebiri esenţiale la randament şi curbe limită de comutaţie ; în plus generatorul cu bobinaj buclat prezintă multe avantaje din punctul de vedere al tehnologiei de fabricaţie. Cercetările experimentale pentru alegerea definitivă a soluţiei sînt în curs.

„Introducerea defectoscopiei nedistructive prin ultrasunete" — colectiv : ing. *M. Băllănoiu*, şi ing. *S. Şontea*. Pentru stabilirea calităţii anumitor repere importante din construcţia locomotivei (profile pentru lonjeroane, table groase, piese turnate pentru motoarele de tracţiune etc.) s-a introdus defectoscopia nedistructivă cu ultrasunete, ca un control de serie. Controlul ultrasonic s-a făcut prin contact direct folosindu-se iradierea normală la suprafaţa piesei (în cazul sondelor plane), pentru stabilirea suprapunerilor sau folosindu-se fasciculul de unde ultrasonice înclinat (în cazul sondelor înclinate), pentru fisuri. Un ajutor preţios s-a primit din partea Bazei Academiei R.P.R. din Timişoara.

„Electrotensometria folosită pentru determinarea eforturilor unitare în construcţii metalice la LDE" — colectiv : ing. *V.Bărbulescu*, ing. *I.Burdubuş* şi ing. *J. Marcovici*. Referatul arată modul cum a fost abordată problema determinării eforturilor unitare în construcţia metalică a locomotivei, atît pentru regimul static de funcţionare, cît şi pentru cel dinamic. Ca metodă de studiu s-a ales determinarea pe cale electrică a eforturilor unitare cu ajutorul traductoarelor rezistive. Măsurările au vizat un număr de puncte situate în secţiunea transversală mediană a cutiei locomotivei şi în diferite secţiuni ale lonjeroanelor de la şasiul cutiei. Pentru experimentări s-a obţinut colaborarea Institutului de cercetări al MTTc.

Fabricarea maşinilor rotative

„Aspecte din studiul ventilaţiei maşinilor electrice şi încercărilor la încălzire a motoarelor asincrone, folosind scheme sintetice" — colectiv : ing. *Gh. Galbenu* şi ing. *O.Drăgănescu*. În referatul prezentat se arată în primul rînd rezultatele cercetărilor experimentale privind ventilaţia forţată a motoarelor de tracţiune.

S-a urmărit executarea încercărilor în condiţii apropiate de cele din exploatare, stabilirea corelaţiei dintre presiunea statică măsurată la intrare şi debit şi influenţa efectului de autoventilaţie faţă de ventilaţia forţată la diferite turaţii ale motorului. În a doua parte a referatului se arată rezultatele comparative obţinute la încercarea de încălzire a unor motoare asincrone folosind metode directe şi indirecte (sintetice) de încărcare. Concordanţa rezultatelor obţinute prin metodele utilizate a dovedit posibilitatea încercării unor motoare asincrone de putere mare folosind instalaţii de putere mai mică.

„Cercetări experimentale asupra caracteristicilor de pornire a maşinilor electrice rotative sincrone şi asincrone" — colectiv : ing. *O.Drăgănescu*, ing. *A.Cîmpeanu*, ing. *Gh.Galbenu* şi ing. *S.Stamate*. În referat se prezintă rezultatele obţinute asupra caracteristicii mecanice dezvoltate de aceste maşini în perioada pornirii. La baza cercetărilor au stat determinările experimentale pe diferite maşini şi în diferite condiţii, folosind dinamurile-frînă de la standul de probe al laboratorului. S-au obţinut date interesante despre influenţa anumitor parametri constructivi (gradul de înclinare şi forma crestăturii la rotorul maşinii asincrone, construcţia polilor şi a coliviei de maşini sincrone, mărimea rezistenţei conectate în rotorul motorului sincron în perioada pornirii etc.). S-a constatat că la maşini sincrone, recalcularea cuplului cu tensiunea se face după o lege exponenţială unde exponentul este mai mare decît 2 şi depinde de tipul constructiv al maşinii. Cercetările sînt în curs pentru a clarifica în continuare aceste probleme luînd în considerare la maşini sincrone şi materialul din care se construieşte colivia de pornire (cupru, oţel, alamă, aluminiu).

„Caracteristicile de pornire ale motoarelor sincrone cu piese polare masive" — colectiv : ing. *A.Nicolaide* (IPB) şi ing. *O.Drăgănescu*. În acest referat se prezintă o metodologie de calcul stabilită pentru determinarea parametrilor de pornire la motoare sincrone cu tălpi polare masive, în diferite variante constructive. Rezultatele de calcul se confruntă cu cele determinate experimental. Concluденţa datelor comparate a permis stabilirea unor coeficienţi care trebuie folosiţi în calcul.

„Caracteristica de pornire a motoarelor asincrone" — colectiv ICET : ing. *V. Liuba*, ing. *S. Şapira* şi ing. *H. Aslan*.

Se prezintă metoda elaborată la ICET pentru înregistrarea caracteristicii cuplului în timpul pornirii la motoarele asincrone. S-a utilizat o metodă dinamică indirectă de înregistrare prin derivarea tensiunii unui tahogenerator de c.c., eroarea şi constanta de timp a derivării fiind redusă prin folosirea unui amplificator operaţional în acest scop. S-au ară-

tat rezultatele înregistrărilor la motoarele seriei unitare de motoare asincrone pînă la 100 kW. Se constată în unele cazuri cupluri sincrone importante cauzate între altele de curenţii rotorici transversali. În comparaţie cu alte metode şi din înregistrarea cu şi fără filtru se constată o bună fidelitate a metodei şi o influenţă neglijabilă a filtrării asupra înregistrării cuplurilor asincrone ale armonicilor.

„Studiul experimental al pierderilor suplimentare la maşini sincrone şi asincrone fabricate la Electroputere" — colectiv : ing. *A.Clmpeanu*, ing. *O. Drăgănescu* şi ing. *Gh. Galbenu*.

După o trecere în revistă a metodelor experimentale folosite la determinarea pierderilor suplimentare în maşini sincrone şi asincrone se arată rezultatele obţinute pe maşini din fabricaţia uzinei. Studiind variaţia acestor pierderi cu diferiţi parametri constructivi se remarcă o creştere considerabilă a pierderilor suplimentare cu mărirea înclinării crestăturii la rotorul maşinilor asincrone.

„Noua serie de compensatoare rotorice" — ing. *S.Stamate*.

Acest referat prezintă principiile constructive ale unui compensator cu colector de tip nou (obiectul unei invenţii). Aceasta duce la economie de cupru şi la îmbunătăţirea substanţială a parametrilor de funcţionare şi în special a comutaţiei care la tipul vechi a constituit punctul slab. Se indică rezultatele obţinute la platforma de încercare care confirmă superioritatea noii construcţii.

„Defectoscopia maşinilor electrice cu impulsuri de tensiune" — ing. *Th. Vascan* (ICET) şi ing. *D.Costina*.

După prezentarea instalaţiei de încercat bobinajele maşinilor rotative cu impuls de tensiune, realizată de ICET, se arată prima serie de încercări executate pe maşini rotative la uzinele Electroputere. Încercările de repartiţie a tensiunii pe secţiile bobinajului au dus la concluzia că o secţie trebuie încercată la o tensiune de impuls egală cu $0{,}8.\sqrt{2}.\ U_{linie}$.

S-a constatat că la bobinele în două straturi uneori izolaţia nu este suficientă. Încercările executate au dovedit precizia identificării bobinelor defecte. Aparatul se pretează la un control operativ de serie, care va fi introdus în urma acumulării experienţei necesare întocmirii normelor de încercare.

„Materiale izolante de clasă superioară folosite în construcţia maşinilor electrice rotative la uzinele Electroputere" — ing. *N.Simonetti*.

Se studiază patru materiale electroizolante pe bază de constituenţi anorganici şi răşini sintetice : vebriband, aboglas, vetresit, şi texazbest, prezentîndu-se determinările efectuate asupra lor. De asemenea, se fac propuneri pentru probele de recepţie ale acestor materiale.

„Comportarea materialelor izolante utilizate în construcţia maşinilor şi aparatelor electrice de înaltă tensiune în condiţiile climatului tropical umed" — ing. *C. Burdulea*.

Se prezintă influenţa factorilor climatici determinanţi *TH* asupra proprietăţilor materialelor izolante, stabilită teoretic şi verificată experimental folosind metode cunoscute şi metode noi, ca ridicarea curbei de autodescărcare, obţinută prin oscilografierea variaţiei tensiunii la bornele unui condensator al cărui dielectric este materialul studiat.

Rezultatele experimentale prezentate arată influenţa factorilor climatici determinanţi asupra proprietăţilor unor materiale izolante pe bază de mică, pe bază de azbest, plastice, stratificate şi materiale celulozice, folosite în construcţia maşinilor şi aparatelor de IT. Cercetarea a fost efectuată în vederea selecţionării materialelor izolante celor mai rezistente în condiţiile exploatării în climat tropical umed. Rezultatele obţinute au permis selecţionarea unor materiale care au fost folosite în construcţia unor maşini şi aparate de IT care funcţionează de cîţiva ani în condiţiile climatului *TH*.

„Cercetări experimentale privind tropicalizarea produselor electrotehnice la uzinele Electroputere" — colectiv : ing. *C. Burdulea*, ing. *B. Mathé* şi ing. *V. Stanciu*.

Lucrarea prezintă aspecte ale cercetărilor efectuate la uzinele Electroputere pentru obţinerea unor produse rezistente din punct de vedere climatic pentru mediul tropical-umed. Se prezintă utilajul de bază folosit pentru cercetarea influenţelor climei asupra produselor electrotehnice din programul de fabricaţie al uzinei şi metodologia folosită pentru verificarea influenţelor climatului. Rezultatele experimentale prezentate se referă la sistemele de izolaţii şi acoperirile decorativ-protectoare utilizate în uzină şi la comportarea unui prim lot de produse în construcţie tropicalizată în condiţiile climatului tropical-umed artificial.

Metalurgie

„Contribuţii privind elaborarea normelor de etalonare şi folosire a defectoscoapelor" — colectiv : ing. *M. Bălţănoiu*. ing. *S. Şontea* şi ing. *A. Bernath* (Baza Academiei—Timişoara).

Introducerea defectoscopiei nedistructive prin ultrasunete la uzinele Electroputere a ridicat problema legată de etalonarea şi verificarea acestei aparaturi. Prin această metodă se pot stabili prin măsurări o serie de parametri ai defectului prin măsurarea adîncimii la care se găseşte amplitudinea şi forma acestuia. De asemenea, la un control defectoscopic nedistructiv trebuie să se cunoască sensibilitatea metodei aplicate, precum şi regimul de lucru corespunzător. La controlul prin ultrasunete trebuie să fie cunoscută în orice moment starea aparaturii electronice şi a sondelor, ale căror elemente piezoelectrice, în special, se pot uza foarte uşor prin întrebuinţare. În lucrarea prezentată se indică normele de etalonare şi verificare periodică a aparatelor ultrasonice din uzină, lucrare la care am avut colaborarea CCT al Bazei Academiei R.P.R. din Timişoara.

„Barbotarea cu argon a aliajelor neferoase" — colectiv : ing. *I. Balintoni*, ing. *Gh. Murareţu* şi *C. Neagu*.

Pe linia îmbunătăţirii continue a calităţii pieselor turnate din aliaje neferoase, s-a introdus şi la uzinele Electroputere procedeul tehnologic de barbotare cu argon. Încercările mecanice şi analizele metalografice executate în laborator pe şarjele respective au indicat o îmbunătăţire a calităţii acestora. Metoda a dus şi la o reducere substanţială a rebuturilor. În uzină, metoda s-a aplicat în special la turnarea bronzurilor pe cuzineţi LDE şi alte repere.

„Turnarea în cochilii a piselor mari de circa 1 000 kg, din fontă şi oţel" — colectiv : ing. *S. Banc*, ing. *Gh. Murareţu* şi *F. Panţucu*. Pentru a se reduce rebuturile la piesele turnate, au fost luate o serie de măsuri. Printre acestea se aminteşte şi turnarea pieselor mari în cochilii. Prin această metodă retasurile şi suflurile produse în timpul turnării la piesele cu forme din pămînt, care în anumite condiţii duceau la rebutarea acestora, au fost mult reduse. Acest lucru a dus la reducerea simţitoare a rebuturilor la o serie de repere pentru maşini rotative ca şaibe şi butuci rotor. Problema prezintă un interes cu atît mai mare, cu cît este vorba de piese grele de circa 1 000 kg.

„Folosirea amestecurilor de formare întărite cu CO_2 la piesele care nu s-ar fi putut turna prin alte metode" — colectiv ing. *N. Roşca*. ing. *F.Nicola* şi *S. Terpovici*.

În lucrare se arată soluţia tehnică şi economică aplicată cu prilejul turnării electrozilor ficşi şi mobili pentru aparate electrice.

Referatele prezentate în cadrul acestei sesiuni de comunicări tehnico-ştiinţifice, cu specific metalurgic, au fost rodul unei colaborări strînse între serviciul tehnic şi factorii tehnici din secţia de producţie.

Fabricarea transformatoarelor

În domeniul construcţiei şi tehnologiei transformatoarelor de putere, au fost prezentate două referate :

„Probleme constructive şi tehnologice noi puse în fabricarea transformatoarelor de 220 kV"—colectiv : ing. *M. Liculescu*, ing. *C.Rădulescu* şi ing. *Gh. Toma*. Referatul reflectă problemele care se pun în legătură cu introducerea în fabricaţie în 1963 a autotransformatorului trifazat de 200 MVA 231/121 kV.

„Transformator antideflagrant 200 kVA, 6/0,4 k V" — colectiv: ing. *Gh. Nistor* (ICET) şi ing. *C. Truţă*.

Este prezentat un transformator uscat, cu izolaţie de clasă *H*, şi în construcţie antideflagrantă, care,

supusă probelor, a corespuns pe deplin. În legătură cu introducerea în fabricaţia transformatoarelor de putere a tablei laminate la rece, ca factor primordial în ameliorarea performanţelor tehnice şi în reducerea greutăţii şi gabaritului transformatoarelor de putere, au fost susţinute referatele :

„Încercări magnetice pe probe de material şi pe miezuri experimentale din tablă laminată la rece" — colectiv : ing. *C. Ambrozie* şi ing. *E. Stănescu.*

Sînt prezentate rezultatele destinate dimensionării şi execuţiei în uzină a miezurilor din tablă marca M6X, cu îmbinarea tolelor la 90° şi cu tolele tratate sau netratate termic după prelucrare. Este studiată variaţia caracteristicilor miezului cu numărul tolelor pe strat (este stabilă pentru tipul de construcţie adoptat), influenţa rapoartelor dintre treptele coloanei şi jugului asupra caracteristicilor miezului şi este determinată repartiţia inducţiei magnetice în coloana şi jugul miezurilor experimentale.

„Cercetarea proprietăţilor tablei laminate la rece prin metalografie" — autor ing. *S. Şontea.*

Sînt analizate modificările de structură în urma prelucrărilor sau a tratamentului termic la care este supusă tabla M6X. Un număr de patru referate au fost consacrate încercării la impuls de tensiune a transformatoarelor de putere, şi anume :

„Utilizarea modelării transformatoarelor de putere pentru studierea comportării la impuls de tensiune" — autor ing. *C. Ambrozie.*

Se analizează critic posibilităţile de modelare la impuls a transformatoarelor, studiindu-se în principal modelul electromagnetic la care se tratează problema amortizării proceselor tranzitorii ca şi problema alegerii schemei echivalente a capacităţilor şi a calculului acestora. Se prezintă succinat modelele electromagnetice realizate pînă în prezent la uzinele Electroputere şi se trag concluzii, din rezultatele obţinute, pentru activitatea ulterioară în acest domeniu.

„Încercarea transformatoarelor de putere la undă de impuls tăiată" — colectiv : ing. *B. Mathé* şi ing. *D. Costina.*

Se studiază solicitarea pe care o reprezintă unda de impuls tăiată pentru izolaţia transformatoarelor ; se analizează metodele de încercare mai importante utilizate în alte ţări ; se arată experienţa uzinelor Electroputere în acest domeniu şi se conturează cîteva probleme, în direcţia cărora trebuie îndreptată atenţia pe viitor.

„Contribuţii la studiul, proiectarea şi realizarea unui dispozitiv de sincronizare a oscilografului catodic cu staţia de impuls de tensiune de 1600 kV" — colectiv : ing. *A. Marinescu* şi ing. *D. Costina.*

Este prezentat un dispozitiv de sincronizare la care impulsurile de înaltă tensiune pentru deblocarea staţiei de impuls se obţin prin intermediul unui transformator ridicător de impuls, alimentarea schemei făcîndu-se la tensiune joasă. Acest lucru face ca instalaţia să rezulte extrem de compactă.

„Cercetarea nivelului de izolare a echipamentului electrotehnic de fabricaţie Electroputere la impuls de tensiune" — colectiv : ing. *V. Stanciu*, ing. *B. Mathé* şi ing. *D. Costina.*

Se analizează nivelul de izolare a transformatoarelor fabricate la uzinele Electroputere, scoţîndu-se în evidenţă posibilitatea reducerii nivelului fără a periclita comportarea utilajului în exploatare. În problema încercării transformatoarelor de putere la încălzire au fost susţinute două referate :

„Determinarea temperaturii medii a înfăşurărilor la proba de încălzire prin metoda măsurării rezistenţelor în timpul sarcinii" — colectiv : ing. *A. Marinescu* şi ing. *C. Truţă.*

După o trecere critică în revistă a procedeelor existente se dau schemele preconizate şi rezultatele obţinute în uzină pe diverse transformatoare.

„O nouă metodă pentru încercarea la încălzire a transformatoarelor de putere cu trei înfăşurări de puteri diferite" — autor ing. *J. Marcovici.*

Metoda constă în crearea de curenţi de circulaţie în transformatorul de încercat cu ajutorul unor transformatoare auxiliare, regulatoare de inducţie etc. Se arată procedeul de calcul al schemei de încercare, avantajele, precum şi posibilităţile de aplicare în condiţii de uzină.

În domeniul atît de important pentru verificarea siguranţei în exploatare a transformatoarelor sub aspectul comportării la scurtcircuit, a fost prezentat referatul :

„Realizări în domeniul verificării rezistenţei transformatoarelor (fabricaţie uzinele Electroputere) la eforturi axiale" — colectiv : ing. *D. Ctrstea*, ing. *V. Stanciu*, ing. *H. Landau*, ing. *St. Ogrezeanu.*

După o analiză critică a metodelor experimentale pentru măsurarea eforturilor axiale fie direct, fie prin intermediul măsurării componentei radiale a cîmpului de dispersie, se indică rezultatele măsurătorilor efectuate în uzină pe un transformator de 315 kVA, 6/0,4 kV ; acest transformator a fost încercat şi la scurtcircuit la tensiunea nominală pe standul de probe, obţinîndu-se rezultate remarcabile privind efectul cumulativ al scurtcircuitelor repetate asupra stării finale a transformatorului. Se confruntă rezultatele experimentale cu cele de calcul (metoda amperspirelor reziduale) şi se trag concluzii utile ameliorării construcţiei respective.

Pe linia colaborării cu uzinele Electroputere, din partea Institutului de energetică al Academiei R.P.R. a fost prezentată comunicarea :

„Studiu tehnico-economic referitor la stabilirea nivelului optim al pierderilor la seria de transformatoare de putere cu tablă laminată la rece între 100 şi 1 600 kVA" — colectiv : ing. *I.Creţu* şi ing. *C. Bălă.*

Studiul este întocmit pe baza unei metodici de calcul ameliorate şi confirmă justeţea valorilor iniţiale adoptate de uzină, pentru seria respectivă, pe baza unui calcul aproximativ şi utilizînd experienţa anterioară. Lucrarea a fost întocmită în colaborare cu specialiştii uzinei.

Din partea întreprinderii Electrotehnica-Bucureşti a fost prezentat referatul :

„O serie de transformatoare monofazate în ulei în execuţie *TH*" — autori : ing. *D. Cotnăreanu* şi colectiv — în care este descrisă o construcţie originală destinată exportului şi executată după normele americane.

Fabricarea aparatajului de înaltă tensiune

Din partea uzinei au fost prezentate trei referate :

„Perspectivele dezvoltării şi modernizării fabricării aparatajului electric din uzinele Electroputere în perioada 1963—1970" — colectiv : ing. *N.Niţă* şi ing. *V. Stanciu.*

Se indică dinamica producţiei pe perioada respectivă, se descriu noile aparate ce vor intra în fabricaţie, inclusiv aparatajul la 220 kV, şi se prezintă schematic noua fabrică de aparataj cu suprafaţa halelor de circa 45 000 m², a cărei execuţie urmează să înceapă.

„Cercetarea capacităţii de comutaţie a întreruptorului IUP-110 în condiţii de laborator şi reţea" — colectiv : ing. *B. Mathé*, ing. *D. Costina*, ing. *C. Tudorache*, ing. *Ştefan Ogrezeanu* şi ing. *A. Pănoiu.*

Se dau schemele de încercare şi se expun pe scurt metodele de încercare folosite. Se descrie varianta constructivă pentru care întreruptorul a suportat puterea de rupere de 1 300 MVA în laborator şi 500 MVA în reţea (limita puterii de scurtcircuit disponibilă în punctul de încercare). Se arată că supratensiunile de comutare rezultate la deconectarea unei linii în gol de 70 şi 140 km nu au fost periculoase pentru întreruptor şi instalaţie. Încercările au mai dovedit că IUP-110 poate întrerupe fără dificultăţi curenţii capacitivi de circa 30 A după 4-6 reamorsări, respectiv reaprinderi. Întreruperea curenţilor de scurtcircuit a furnizat date utile în stabilirea periodicităţii reviziilor în exploatare. Din referat rezultă necesitatea reluării probelor în reţea cu o construcţie nouă a camerei de stingere în scopul sporirii puterii de rupere a întreruptorului.

„Realizări în domeniul transformatoarelor de măsură în răşini de turnare pînă la 35 kV (etapa 1962—1963)" — autor ing. *N. Păduraru.* (Fig. 5).

Se prezintă seria unitară a noilor transformatoare de măsură în răşini de turnare 6-35 kV în comparaţie

cu tipurile de transformatoare de construcţie mai veche. Din analiza comparativă rezultă avantajele transformatoarelor de măsură în răşini de turnare, a căror realizare se înscrie pe linia construcţiilor celor mai moderne din acest domeniu.

Din partea ICET au fost prezentate în domeniul aparatajului trei referate:

„Încercarea contactelor la uzură de arc" — colectiv: acad. *A. Avramescu* şi ing. *I. Marinescu*. După o prezentare teoretică a fenomenelor care au loc în contact sub acţiunea arcului electric, se dau metoda, schema, utilajul şi rezultatele încercărilor efectuate pentru contacte sinterizate cu tungsten, fabricate în ţară.

Rezultatele interesante obţinute permit stabilirea premiselor pentru elaborarea unor contacte avînd performanţe comparabile.

„Încercarea la puterea de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune în circuit oscilant" — colectiv: ing. *I. Marinescu* şi ing. *A. Pănoiu* (UEPC). După o prezentare sumară a situaţiei de încercare în circuit oscilant după schema Kaplan-Naşatîr realizată de ICET, se prezintă metodologia de încercare şi rezultatele obţinute pe siguranţe fuzibile de fabricaţie UEPC şi prototipuri realizate la ICET. Se indică soluţii pentru ameliorarea construcţiilor.

„Descărcătoare cu suflaj magnetic" — colectiv: ing. *S. Donici* şi ing. *N. Mihăescu*.

Se prezintă schema de încărcare a descărcătoarelor, realizată la ICET, cu care s-au experimentat descărcătoare de fabricaţie străină. Pe baza studiilor efectuate s-a elaborat o construcţie originală de descărcător cu suflaj magnetic cu parametrii tehnico-economici ridicaţi, realizîndu-se printr-o schemă în cascadă capacităţi mari de descărcare în gabarite mici.

Varietatea temelor, care au făcut obiectul referatelor susţinute la sesiune, ca şi complexitatea multora dintre ele, au dovedit că, chiar şi în condiţiile unei activităţi intense, legate nemijlocit de procesul de producţie, uzinele Electroputere dispun de forţe capabile de a ataca cu competenţă şi discernămînt şi de a rezolva în mod operativ şi cu rezultate utile activităţii practice problemele cu carcter tehnic pe care le ridică activitatea uzinală.

SCURTE ŞTIRI

Caseada de UHE pe fluviul Lena. Lumea n-a terminat încă să comenteze realizările uriaşe de pe Enisei cînd strategii electrificării totale a U.R.S.S. jalonează deja obiectivele următoare. În prezent, în centrul planurilor şi proiectărilor constructorilor hidraulici stă cucerirea Lenei. Se planifică construcţia unei cascade de uzină hidroelectrică unică în lume.

Fluviul începe ca un pîrîiaş şi devine pe urmă un curent uriaş a cărui lăţime atinge pînă la 30 km.

Proiectanţii au calculat că fluviul poate livra anual 250 miliarde kWh. Prima UHE se proiectează a se construi în apropierea oraşului Iakutsk. Pe cursul mijlociu al fluviului s-a ales un loc pentru amplasarea celei de a doua UHE — Muktviskaia, care va avea o putere de mai multe milioane de kW.

Cea mai remarcabilă va fi UHE-Nijnelenskaia, pe cursul inferior al fluviului. Practica universală de construcţii hidraulice nu cunoaşte încă nimic asemănător. În strîmtoarea „Bielokurski stvor", unde fluviul este strîns de maluri stîncoase, se proiectează construirea unui gigant energetic cu o putere de 20 milioane kW. Această uzină va putea debita anual pînă la 100 miliarde kWh, aproape de două ori mai mult decît vor debita în viitor toate UHE de pe Volga, energia produsă fiind cea mai ieftină din lume.

Proiectanţii şi constructorii vor trebui să învingă numeroase dificultăţi, întrucît Lena curge prin raioanele îngheţului veşnic; inginerii sovietici au însă experienţa lucrărilor din regiunile polare; ei vor rezolva în condiţii optime şi această problemă.

Din „Pravda" nr. 158/07.06. 1963

Turbogrupuri de putere limită. Constructorii U.R.E.S. „Cerepetovskaia" montează un turbogenerator de 300 MW, care va funcţiona cu parametrii supracritici.

Simultan se pregătesc piesele pentru a doua turbină de acest tip. Pînă la sfîrşitul planului septenal se planifică instalarea a încă unui asemenea agregat. Astfel, puterea acestei uzine termoelectrice va creşte de la 600 MW la 1 500 MW.

Din „Pravda" nr. 148/28.05.1963

Un cablu răcit cu apă. La uzina electrică „Bankside" din Londra s-a folosit pentru prima dată un cablu de înaltă tensiune cu răcirea prin apă. Acest cablu este instalat între un generator şi un transformator al uzinei şi trebuie să transmită o putere de 12 MW.

Din ETZ-B nr. 11/1962

Euraflon se numeşte un material produs în Germania federală, care, din punct de vedere electrotehnic, are o aplicaţie foarte largă. Acest produs (politetrafluoretilen) este de culoare alb-lăptoasă, în straturi subţiri este transparent şi este necombustibil. Poate fi folosit ca material izolant de temperatură, de la —200 pînă la 300°C. Este rezistent la majoritatea chimicalelor şi la influenţe meteorologice.

Factorul său pentru pierderile dielectrice, la frecvenţe pînă la 10^8 Hz, este de 0,0003 pînă la 0,0005.

Rezistenţa sa la străpungere electrică atinge, după grosime, 400 pînă la 800 kV/cm şi este pînă la +200°C, complet independentă de încălzire. Rezistenţa de izolaţie nu este influenţată de umiditate şi depăşeşte 10^{15} Ω cm.

Rezistenţa periferică, pentru 100% de umiditate relativă şi condensarea apei la suprafaţă este de circa 10^{13} Ω. Euraflonul poate fi folosit fie pur, fie cu diferite adaosuri (de exemplu, fibre sticloase, pulbere metalică etc.). Se livrează, de asemenea, sub forma de fibre, ţesături, pîslă şi ca lac sau clei.

Din „Elektro-Anzeiger" nr. 8/1962

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU, redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULET; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 026.002 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti, Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti, c. 3664

41 400

SOMMAIRE

CD 621.314.2.014.1.001.24

Corlăţeanu, V. et Murgu, Z. : **Les régimes transitoires à la mise en circuit des transformateurs triphasés.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9, p. 321–328

On présente le calcul des courants transitoires à la mise en circuit des transformateurs à flux libres et forcés. Le calcul est verifié expérimentalement pour différents modes de connexion. Les résultats sont utiles pour l'établissement des projets des transformateurs et pour le choix judicieux de l'appareillage de protection.

CD 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82

Hortopan, G. : **Le temps de réponse d'un diviseur de tension écran.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9 p. 328–333

Le diviseur de tension résistif écran offre l'avantage d'un raccordement commode avec l'oscillographe cathodique et est, en effet, préféré dans les laboratoires de haute tension, le diviseur se comportant du point de vue théorique comme un diviseur mixte résistif capacitif parallèle. Les recherches expérimentales ont démontré que le diviseur résistif satisfait les conditions imposées par les recommandations CEI en ce qui concerne le temps de réponse. C'est ainsi que, pour un diviseur de 750 kV, on a obtenu des temps de réponse de 35 ns, 50 ns, 70 ns, selon que la résistance d'amortissement sur la ligne de raccord entre la génératrice d'impulsions et le diviseur de tension a été de 0 Ω, 500 Ω, 1000 Ω. Ce diviseur peut donc aussi être utilisé efficacement pour l'essai des transformateurs à onde coupée.

CD 621.319.52.001/002

Finţescu, D., Zăroni, R., Şerbănescu, B., Herlea, A. et *Lapedatu, E.* : **Equipement électrique pour filtres électriques.**

Electrotehnica, **11** (1963) nr. 9, p. 333–343

Les auteurs décrivent un équipement électrique automatique pour l'alimentation des chambres de précipitation des filtres électriques. L'équipement comprend un agrégat redresseur de haute tension à valves de sélénium, commandé par des amplificateurs magnétiques, ainsi qu'un système de commande, d'automatisation, de protection et de signalisation. On étudie minutieusement l'agrégat redresseur et les schémas fonctionnels et de principe du bloc de protection et de signalisation, qui est réalisé avec des amplificateurs magnétiques et des transistors. On donne les schémas fonctionnels du système de réglage de la fréquence et de la durée des décharges corona, de réglage de la haute tension et de limitation du courant dans la chambre de précipitation.

CD 621.313.32/33.048.1

Bercu, A. : **Schémas modernes d'isolation pour machines électriques de grande puissance.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9, p. 343–349

On présente quelques schémas modernes d'isolation utilisés dans la construction des machines électriques de grande puissance ; à cette fin on emploie des matériaux à base de mica imprégnés de résines synthétiques et surtout de résines époxydes. Suit une analyse critique de ces schémas et des possibilités de réalisation technologique.

COMPTES RENDUS 349–351

EXTRAITS 351–354

CHRONIQUE 354–360

BREVES NOUVELLES 360

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.3 ELECTROTEHNICA GENERALĂ
CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 061.6 : 621.3 : 378.962 (43-2.1)

Mohr, O. : **Un nou institut electrotehnic al Universității tehnice din Berlin**. In : Electrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 7, apr. 1963, p. 213—217, 7 fig.

CZ 621.313.003

Lomb, *F.* : **Construcția mașinilor electrice din punct de vedere economic**. În : Elektrotechnika **55**, nr. 11, noiem. 1962, p. 505—508, 1 fig., 1 tabl., 7 ref. bibl.

CZ 621.313.12.049.75

Hemardinquer, *P.* : **Motor electric cu circuite imprimate**. În : Engng. motor design. **5**, nr. 10, oct, 1962, p. 732—734, 4 fig.

CZ 621.313.225 : 621-526

* * * **Servomotor de curent continuu cu rotor fără crestături**. In : Elektronik **11**, nr. 10, oct. 1962, p. 300, 3 fig., 1 tabl.

CZ 621.313.32.016.33

Jursitzka, *K.* : **Asupra calculului fluctuațiilor pendulare de putere cu mașinile asincrone**. In : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 6, 25 mart. 1963, p. 194—199, 12 fig., 1 tabl., 3 ref. bibl.

CZ 621.313.32.016.35

O'Flaherty, *T.M.M.* și *Aldred*, A. *S.* : **Stabilitatea unei mașini electrice sincrone în condiții de avarii nesimetrice**. In : Proc. I. E. E. **109**, nr. 47, oct. 1962, p. 431—436, 5 fig., 1 tabl., 11 ref. bibl.

CZ 621.313.322 — 713.1

Wanke, *K.* : **Turbogeneratoare răcite cu apă**. In : AEG Mitt. **52**, nr. 9/10, p. 429—438, 17 fig., 1 tabl., 2 ref. bibl.

CZ 621.313.333 : 621.316.728

Fasthæn, *J. F.* și *Laitwaele*, *E. R.* : **Motoare electrice cu număr variabil de poli, cu amestec al fazelor**. In : Proc. I. E. E. **109**, nr. 47, oct. 1962, p. 397—409, 31 fig., 6 tabl., 9 ref. bibl.

CZ 621.313.39

Jayawant, *B. V.* : **Un nou motor liniar oscilant**. In : Electr. rev. **171**, nr. 20, 16 noiem .1962, p. 767—772, 14 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.2 TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE. TRANSFORMATOARE. CONVERTIZOARE. REDRESOARE

CZ 621.314.21 — 752

Jordan, *H.* ș. a. : **Frecvențele mecanice proprii ale transformatoarelor**. In : AEG Mitt. **52**, nr. 9/10, 1962, p. 445—449, 9 fig., 1 tabl., 6 ref. bibl.

CZ 621.314.21.042

Tiede, *M.* :**Forme moderne de miezuri pentru transformatoare mici**. In : Nach. — Techn. **12**, nr. 11, noiem. 1962, p. 414—417, 8 fig., 2 tabl., 2 ref. bibl.

CZ 621.314.222.3 : 621.317.7

Globa, *B.A.* : **Transformator de tensiune cu clasa de precizie 0,1**. In : Avtomatika i priborostroenie, nr. 3, iul.- sept. 1962, p. 64—65, 3 fig., 1 tabl.

CZ 621.314.63 : 621.316.925

Gutmann, *H.*: **25 de ani de redresoare uscate în tehnica protecției selective**. In :AEG Mitt. **53**, nr. 1/2, 1963, p. 1—4, 5 fig., 12 ref. bibl.

CZ 621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE. LINII. CONDUCTOARE. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.23.017.7

Germay, *M.* : **Calculul încălzirii unui mănunchi de cabluri electrice într-o galerie cu ventilație forțată**. In : Revue E (suplm. de la Soc. belge des électr.) **4**, nr. 1, 1963, p. 3—13, 14 fig.

CONTENTS

DC 621.314.2.014.1.001.24

Corlăteanu, V. and *Murgu, Z.*: **The transitory regimes on switching in three phase transformers.**

Electrotehnica **11** (1963), nr. 9, p. 321–328

The paper presents the calculus relations of transitory currents on switching free and forced flux transformers. These relations are experimentally checked for different connection systems. The results of this study are useful to the designing of transformers and the judicious choice of protection gear.

DC 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82

Hortopan, G.: **The response time of a screened voltage divider.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9, p. 328–333

The resistive screened voltage divider offers the advantage of an easy coupling to the cathode-ray oscillograph being therefore preferred in high-tension laboratories. It behaves theoretically like a parallel mixed resistive capacitive divider. The experimental researches carried out emphasize that the resistive divider meets the requirements of the IEC in respect of answer speed. Thus, the answer speeds for a 750 kV divider were 35 ns, 50 ns 70 ns according as the damping resistance on the connecting line between the impulse generator and the voltage divider was 0 Ω, 500 Ω, and 1000 Ω respectively. Consequently, this divider may be successfully used for testing transformers with chopped waves.

DC 621.319.52.001/002

Fintescu, D., Zăroni, R., Şerbănescu, B., Herlea, A., Lapedatu, E.: **Electric equipment for electrofilters.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9, p. 333–343

The paper describes an automatized electric equipment for feeding the precipitation chambers of electrofilters. The equipment involves a high tension rectifying unit, achieved with selenium valves and controlled by magnetic amplifiers, as well as a control, automation, protection and signalling system. One describes in greater detail the rectifying unit and the functional diagrams of the protection and signalling block designed with magnetic amplifiers and transistors. The functional diagrams of systems regulating the frequency and duration of corona discharges, the high tension and the current limitation in the precipitation chamber are also described.

DC 621.313.32/33.048.1

Bercu, A.: **Modern insulation for high power electric machines.**

Electrotehnica, **11** (1963), nr. 9, p. 343–349

A description is given of modern insulation used in the construction of high-power electric machines, achieved with materials based on mica and impregnated with synthetic, especially epoxyd resins. A critical analysis of these diagrams is included.

REVIEWS 349–351

REPORTS 351–354

CHRONICLE 354–360

BRIEF NEWS 360

CZ 621.315.612.2 : 666.593.016.5

Askova, I. A. ş.a. : **Glazuri albe opace de zirconiu pentru izolatoare de porţelan.** In : Steklo i keramika **19,** nr. 11, noiem. 1962, p. 32—35, 4 fig., 3 tabl., 1 ref. bibl.

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAŢIE. ÎNTRERUPTOARE

CZ 621.316.57.064.26

Popov, A. H. şi *Kozlov, B. V.* : **Întreruptoare cu cîteva camere de stingere a arcului în vid, legate în serie.** In : Vestn. elektroprom. **34,** nr. 2, 1963, p. 28—32, 3 fig., 2 tabl., 8 ref. bibl.

CZ 621.316.57-8 : 621.314.63

Rakovski, V.P. şi *Loghinov, A.D.* : **Redresoare cu seleniu pentru alimentarea sistemelor de acţionare electromagnetică ale întreruptoarelor de înaltă tensiune.** In : Energhetik **10,** nr. 11, noiem. 1962, p. 29—32, 8 fig.

CZ 621.316.925.4 : 621.382

Dimitriev, M. V. şi *Lipman, A.R.* : **Relee semiconductoare de timp.** In : Vestn. elektroprom. **34,** nr. 2, 1963, p. 45—50, 5 fig., 3 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317.333.4 : 621.315.2

Joel, E. : **Localizarea defectelor în cabluri de energie electrică.** In : Electronique industrielle, nr. 57, oct. 1962, p. 318—321., 7 fig.

CZ 621.317.333.82.072.9

Agafonov, E. G. : **Scheme de sincronizare pentru încercările aparatelor de înaltă tensiune, după o schemă sintetică cu două frecvenţe.** In: Vestn. elektroprom. **34,** nr. 2, 1963, p. 50—55, 6 fig., 1 tabl., 4 ref. bibl.

CZ 621.317.725

Bulusov, I. V. : **Voltmetru numeric automat, de curent continuu.** In : Avtomatika i priborostroenie, nr. 3, iul.-sept. 1962, p. 48—51, 3 fig.

CZ 521.317.772

Reinwald, O. : **Un nou fazmetru.** In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B) **15,** nr. 7, 1 apr. 1963, p. 177—178, 2 fig.

CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR. BOBINE. RELEE

CZ 621.318.22

Lannoy, J. : **Măsurarea proprietăţilor tolelor magnetice.** In : Bul. de la Soc. royale belge des électr. **79,** nr. 1, 1963, p. 11—22, 17 fig., 11 ref. bibl.

CZ 621.318.3 : 537.312.62

Saur, E. : **Bobine electromagnetice supraconductoare.** In : Elektrotechn. Z. (ETZ — A) **14,** nr. 26, 24 dec. 1962, p. 705—708, 10 fig., 17 ref. bibl.

CZ 621.319 APLICAŢIILE INDUSTRIALE ALE ELECTROSTATICII

CZ 621.319.52 : 662.96

Nowak, F. : **Preţuri, greutăţi şi necesarul de spaţiu al filtrelor electrice pentru grade înalte de precipitare.** In : Mitt. Ver Grosskesselbes (VEB) **83,** 1963, p. 84—87, 10 fig.

MĂSURĂRI
ÎNREGISTRĂRI
SUPRAVEGHERI

Cu ajutorul aparatului de măsură
multiplu înregistrator:

MULTISCRIPT

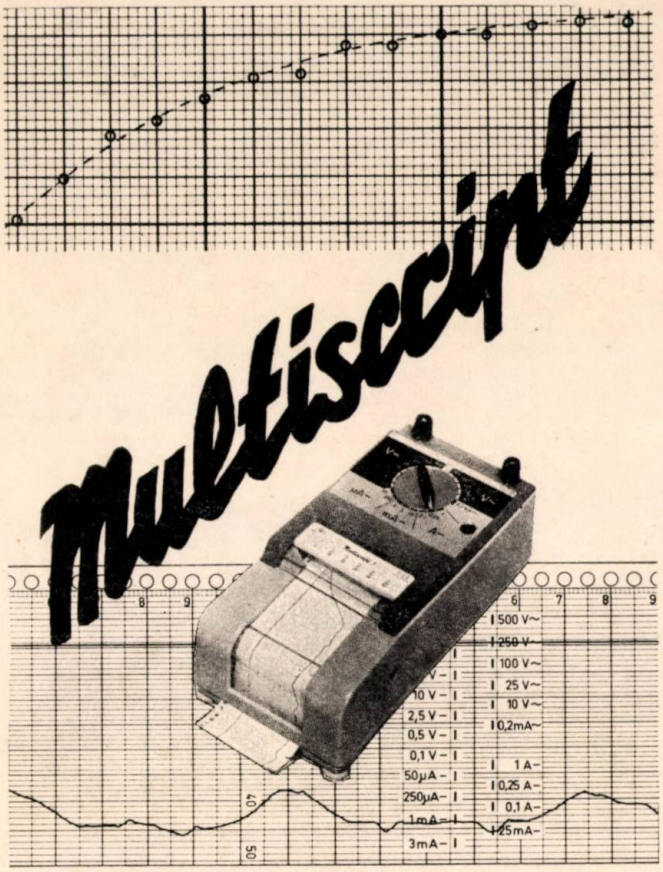
MULTISCRIPT 1
666 Ω/V
27 scări de măsură
de curent
tensiune
temperatură

MULTISCRIPT 3
20 000 Ω/V
22 scări de măsură
de curent
tensiune

SE POATE PROCURA PRIN

TEHNOIMPORT

BUCUREŞTI, STR. DOAMNEI Nr. 5



C. P. GOERZ ELECTRO A. G. WIEN 10., SONNLEITHNERGASSE 5
TEL.: 64 36 66, TELEX.: 013 161

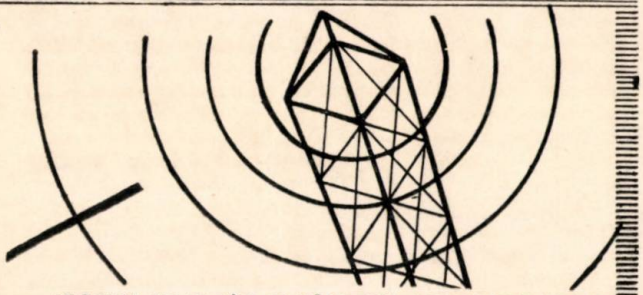
FOR ADVERTISEMENTS IN RUMANIAN PERIODICALS APPLY TO,

PUBLICOM

Modern, efficient advertising on the Rumanian market in full progress of economic development

RUMANIAN PUBLICITY AGENCY

BUCHAREST, RUMANIA — B-DUL N. BĂLCESCU No. 22 — TEL.: 14.75.35



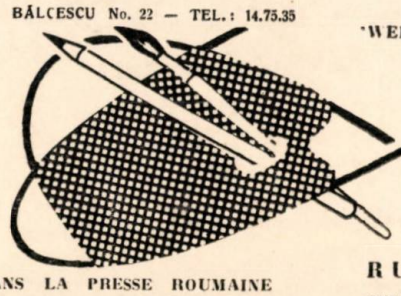
WERBEN SIE IN DER RUMÄNISCHEN FACHPRESSE DURCH

PUBLICOM

Moderne und wirksame Reklame auf dem aufstrebenden rumänischen Markt

RUMÄNISCHE WERBEAGENTUR

BUKAREST, RUMANIEN — B-DUL N. BĂLCESCU 22 — FERNRUF : 14.75.35



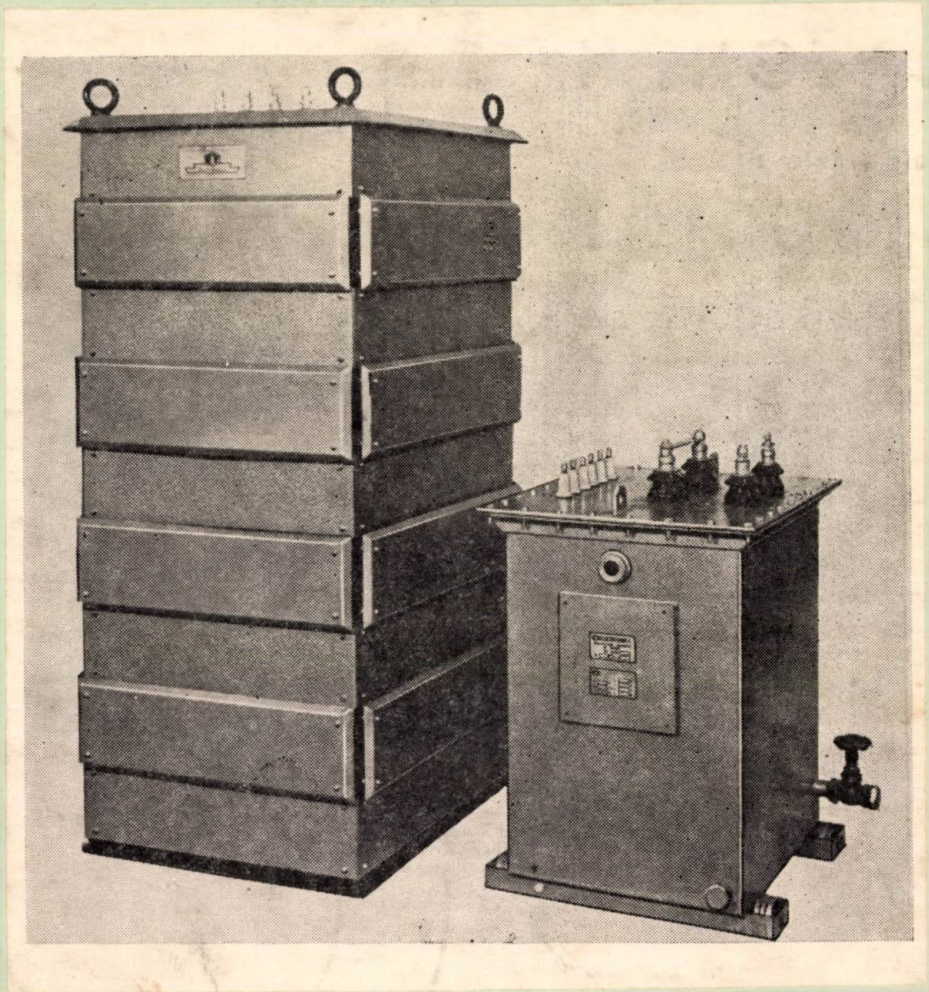
FAITES VOTRE PUBLICITÉ DANS LA PRESSE ROUMAINE DE SPÉCIALITÉ EN VOUS ADRESSANT À

PUBLICOM

Réclame moderne, frappante, efficace, s'adressant au marché roumain en pleine évolution économique

AGENCE ROUMAINE DE PUBLICITE

BUCAREST, ROUMANIE — B-DUL N. BĂLCESCO No. 22 — TEL. 14.75.35



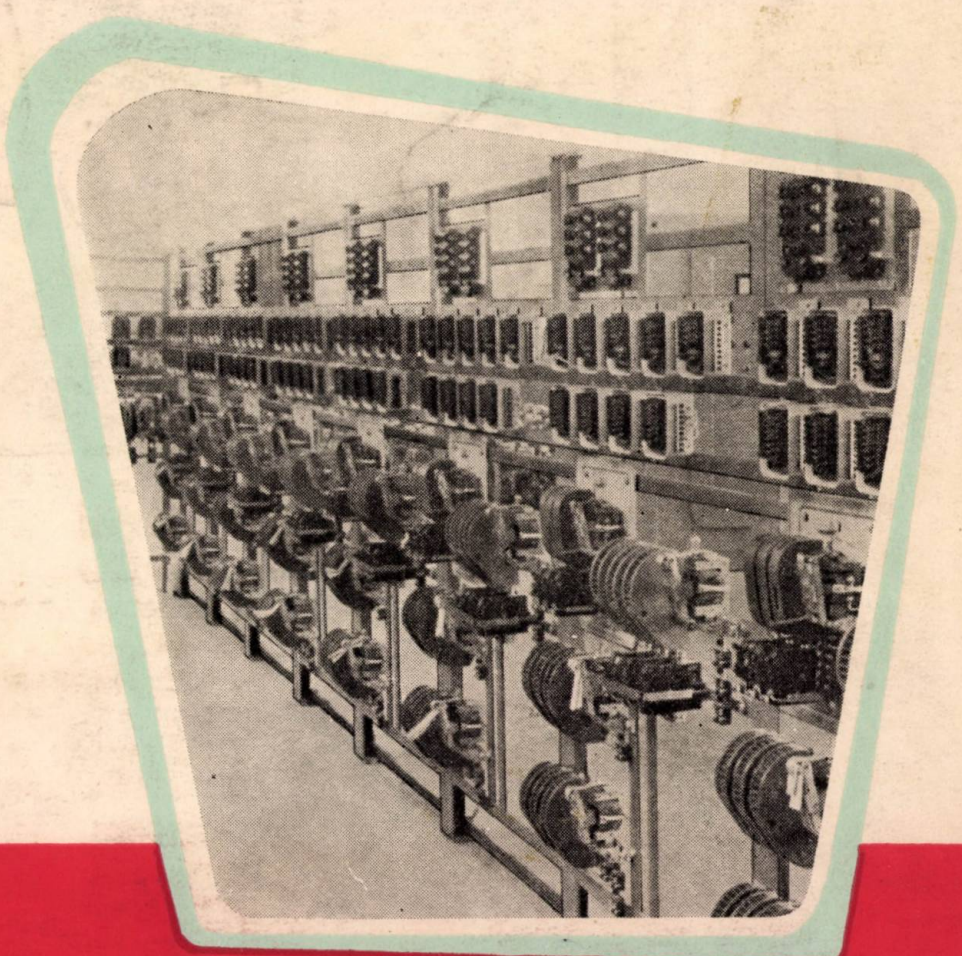
Fotografia de pe coperta I reprezintă un aspect din fabricația tabloului de comandă TC G_1 — destinat unui concasor giratoric, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă un amplificator magnetic de putere cu redresor AMSU—55 kVA.

I. P. „Informația" c. 3664

LEI 5

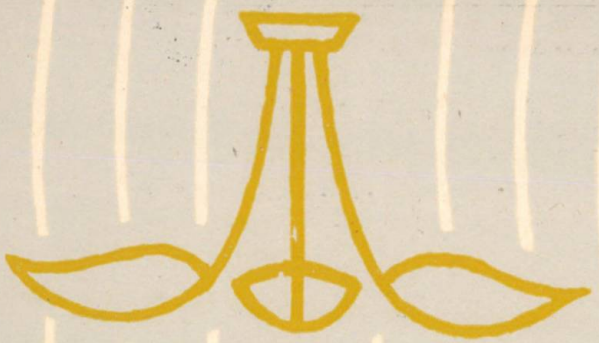
E 2040

ELECTROTEHNICA



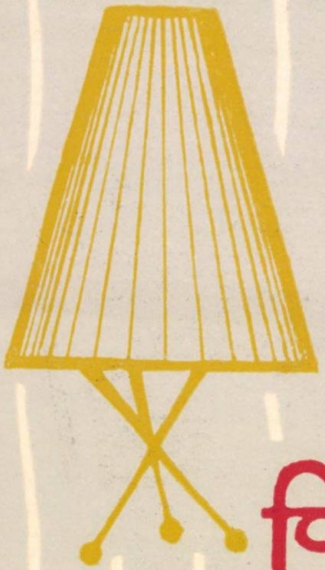
10

Electrotehnica — București ★ Anul 11 ★ nr. 10 ★ p. 361—400 ★ octombrie 1963



EL-BA

Electro Banat



fabrică:

• CANDELABRE • ACCESORII PENTRU CANDELABRE • LĂMPI PENTRU NOPTIERE • DULII • LANTERNE • APARATAJ DE JOASĂ TENSIUNE • BATERII • PILE ELECTRICE • CORPURI DE ILUMINAT PENTRU VEHICULE • APARATAJ PENTRU VEHICULE

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 10 octombrie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁRAK DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONTJA 1883

CUPRINS

CZ 621.313.13.002.2 :519.2

Todor, F. : **Metode ale statisticii matematice cu aplicație la controlul calității motoarelor electrice de putere mică produse în serii mijlocii și mari.**

Electrotehnica, *11* (1963), nr. 10., p. 361–368

Se deduc relațiile matematice care stau la baza controlului statistic al încadrării parametrilor principali ai unor mostre prelevate după anumite reguli și se aplică la controlul în fabricație al motoarelor electrice fabricate în serie. Se arată avantajele ce le dă aplicarea metodelor statistice.

CZ 621.314.63 :621.33:625.62

Gust, C., Saal, C., : **Utilizarea redresoarelor cu semiconductori în transportul electrificat urban.**

Electrotehnica, *11* (1963), nr. 10, p. 369–375

Se prezintă caracteristicile și avantajele redresoarelor cu semiconductori de putere, se tratează perspectivele folosirii lor și în special a redresoarelor cu siliciu, în substațiile de redresare folosite în transportul electrificat urban. Se descrie o instalație de redresare automatizată de 1 kA, 0,825 kV, echipată cu diode de putere cu siliciu, 200 A, 600 V tensiune inversă.

CZ 621.315.211.2.048.1 :621.315.616

Crucerii, C. : **Izolarea și protejarea cablurilor și conductoarelor electrice cu materiale termoplastice și cauciucuri sintetice.**

Electrotehnica, *11* (1963). n, 10, p. 376–383

Se tratează importanța izolării cablurilor și conductoarelor electrice cu materiale plastice și elastomeri sintetici. De asemenea, sînt analizate construcțiile și tehnologia de fabricație a principalelor tipuri de cabluri care se execută în țară.

CZ 621.327.311 :628.931.033.4

Cividjian, A. Gr. : **Relație pentru aprecierea gradului de pîlpîire la sistemele de iluminat fluorescent.**

Electrotehnica, *11* (1963) nr. 10, p. 383–386

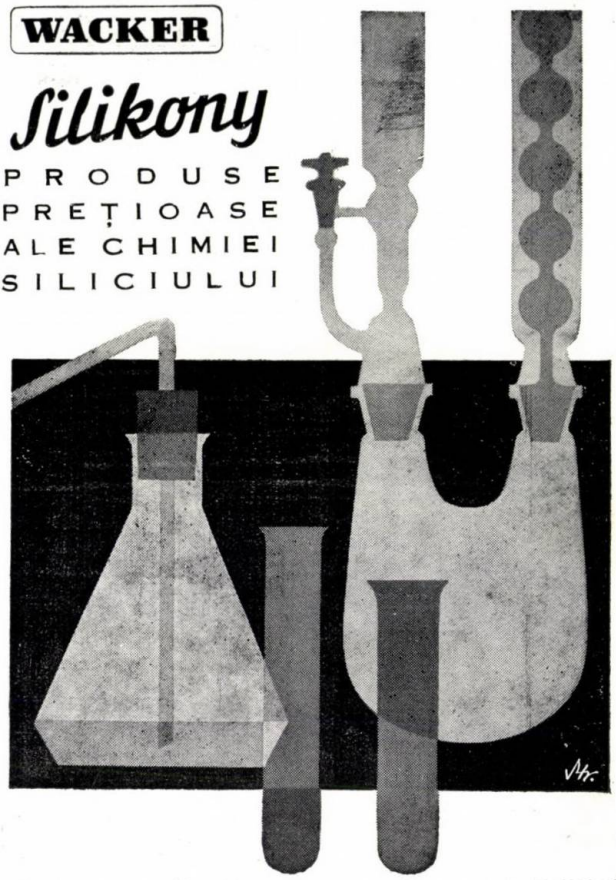
Se deduce o relație care permite aprecierea cantitativă a gradului de pîlpîire a ansamblurilor de lămpi fluorescente și se indică aplicația ei la proiectarea instalațiilor de iluminat moderne.

RECENZII 386–389
REFERATE 389–393
DIN LUCRĂRILE CIGRÉ 394–396
NECROLOG 397–398
CRONICĂ 398
SCURTE ȘTIRI 399

WACKER

Silikony

PRODUSE
PREȚIOASE
ALE CHIMIEI
SILICIULUI



ULEIURI SILICONICE

pentru sisteme hidraulice, ca agenţi de separare la prelucrarea materialelor plastice, ca agenţi de transfer caloric etc.

PASTE SILICONICE

pentru procese de separare, materiale electroizolante etc.

LUBRIFIANȚI SILICONICI

pentru rulmenţi şi lagăre la temperaturi ridicate şi scăzute

ANTISPUMANȚI SILICONICI

pentru îndepărtarea spumei din sistemele apoase şi neapoase

AGENȚI DE IMPREGNARE SILICONICI

pentru pielărie, construcţii, hîrtie şi textile

RĂȘINI SILICONICE

pentru vepsele termorefractare, combinaţii cu materiale iniţiale pentru lacuri organice, lacuri electroizolante etc.

CAUCIUC SILICONIC

vulcanizabil la cald pentru piese turnate şi injectate

CAUCIUC SILICONIC

vulcanizabil la rece pentru confecţionarea de forme de turnare elastice, ca material de etanşare şi căptuşire elastic

Vă stăm la dispoziţie pentru consultaţii şi material documentar.

WACKER — CHEMIE GMBH

München 22, Căsuţa poştală 1

REPUBLICA FEDERALĂ GERMANĂ

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.313.13.002.2 :519.2

Todor, F.: **Методы математической статистики применительно к контролю качества маломощных электродвигателей вырабатываемых средними и малыми сериями.**

Electrotehnica, *11* (1963), № 10, стр. 361–368

Приводится выбор математических отношений положенных в основу статистического контроля инкадрирования основных параметров ряда отобранных, согласно определенным правилам, образцов и применяются при контроле электродвигателей серийного производства. Указываются преимущества применения статистических методов.

ДК 621.314.63 :621.33 : 625.62

Saal C., Gust C.: **Использование полупроводниковых выпрямителей при городском электрифицированном транспорте.**

Electrotehnica *11*, (1963), № 10, стр. 369–375

Приводятся характеристики и преимущества полупроводниковых силовых выпрямителей, указываются перспективы применения последних особо кремнистых выпрямителей на выпрямительных подстанциях используемых при городском электрифицированном транспорте. Дается описание выпрямительной автоматизированной установки мощностью I кА, 0825 кв, оснащенной силовыми кремнистыми диодами, 200 А, напряжение — 600.

ДК 621.315.211.2.049.1 :621.315.616

Cruceru C.: **Изоляция и защита электрических кабелей и проводов термопластмассовыми материалами и синтетическими каучуками.**

Electrotehnica, 11 1963, № 10, стр. 376–383

Рассматривается значение изоляции электрических кабелей и проводов пластмассовыми материалами и синтетическими эластомерами. При этом анализируются конструкции и технология производства основных типов кабелей осуществляемых в РНР.

ДК 621.327.311 :628.931.0334

Cividjian A. Gr.: **Отношение для оценки степени мерцания у систем луминесцентного освещения.**

Electrotehnica, *11* 1963, № 10, стр. 383–386

Приводится вывод отношения допускающего количественную оценку степени мерцания узлов флуоресцентных ламп и указывается применение данного отношения при проектировании установок современного освещения.

РЕЦЕНЗИИ 386–389
РЕФЕРАТЫ 389–393
ИЗ РАБОТ CIGRÉ 394–396
НЕКРОЛОГ 397–398
ХРОНИКА 398
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ 399

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.13.002.2 : 519.2

Todor, F. : **Verfahren der mathematischen Statistik, anwendbar auf die Qualitätskontrolle von in Mittel-und Grosserienfertigung gebauten Elektromotoren kleiner Leistung.**

Electrotehnica, 11 (1963), H.10, S. 361–368

Es werden die mathematischen Beziehungen ermittelt, welche die Grundlage der statistischen Kontrolle zur Eingrenzung der Hauptparameter von Stichproben nach gewissen Regeln bilden und bei der Kontrolle der in Serienfertigung hergestellten Elektromotoren angewandt werden. Dabei werden die Vorteile der Anwendung von statistischen Verfahren unterstrichen.

DK 621.314.63 : 621.33.635.62

Saal, C., Gust, C. : **Die Verwendung der Halbleiter-Gleichrichter in elektrischen Stadtbahnen.**

Electrotehnica, 11 (1963), H. 10, S. 369–375

Es werden Kennwerte und Vorteile der mit Halbleitern bestückten Leistungsgleichrichter dargelegt und ihre Verwendungsaussichten – vor allem der Siliziumgleichrichter – in den Gleichrichter-Unterwerken für den Stadtverkehr behandelt. Die Verfasser beschreiben eine automatische Gleichrichteranlage von 1 kA und 0,825 kV, die mit Silizium-Leistungsdioden, 200 A, 600 V Umkehrspannung bestückt ist.

DK 621.315.211.2.048.1 : 621.315.616

Cruceru, C. : **Die Isolierung und Schutzumhüllung der elektrischen Kabeln und Leiter mit Thermoplasten und Kunstkautschuk.**

Electrotehnica, 11 (1963), H. 10, S 376–383

Es wird auf die Bedeutung der Isolierung der elektrischen Kabeln und Leiter mit Plaststoffen und synthetischen Elastomeren hingewiesen. Ferner wird die Herstellungsweise und die Fabrikationstechnologie der hauptsächlichsten Kabeltypen besprochen, die in unserem Lande hergestellt werden.

DK 621.327.311 :628.931.033.4

Cividjian, A. : **Beziehung zur Einschätzung des Flackergrades von Leuchröhren-Beleuchtungsanlagen.**

Electrotehnica, 11 (1963), H. 10. S. 383–386

Der Verfasser leitet eine Beziehung ab, die eine grössenmässige Beurteilung des Flackergrades bei Leuchröhrensystemen gestattet und unterstreicht deren Anwendung beim Entwerfen von modernen Beleuchtungsanlagen.

BUCHBESPRECHUNGEN 386–389

REFERATE 389–393

ARBEITEN DER CIGRÉ 394–396

PERSÖNLICHES 397–398

CHRONIK 398

KURZNACHRICHTEN 399

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR

Anul 11 nr. 10 Bucureşti, octombrie 1963

MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Metode ale statisticii matematice cu aplicaţie la controlul calităţii motoarelor electrice de putere mică produse în serii mijlocii şi mari

Fabian Todor* — Braşov

Controlul în fabricaţia diferiţilor parametri ai produselor, respectiv încadrarea acestor parametri în toleranţele prescrise, se face în mod avantajos, aplicînd legile statisticii matematice, ceea ce reduce numărul operaţiilor, conferă constatărilor o mare siguranţă şi dă posibilitatea luării unor măsuri eficiente de îmbunătăţire. Se arată cum se aplică teoria statistică la controlul în fabricaţia motoarelor electrice.

CZ 621.313.13.002.2:519.2

Creşterea producţiei industriale în ţara noastră în ultimii ani şi în acelaşi timp îmbunătăţirea continuă a măsurilor pentru ridicarea calităţii producţiei fac tot mai necesară folosirea unor metode eficiente pentru controlul calităţii producţiei.

Experienţa arată că nu se poate realiza o producţie numeroasă în care produsele să posede caracteristicile calităţii identice, chiar dacă toate produsele considerate au fost realizate cu aceleaşi maşini, de către aceiaşi muncitori, urmărind acelaşi proces de fabricaţie.

În aceste condiţii, metodele statistico-matematice care, în general, stabilesc calitatea unui lot de produse pe baza examinării numai a unei părţi din lotul respectiv, sînt, nu numai posibile, dar şi necesare.

Un control al producţiei industriale de masă şi deci şi al motoarelor electrice prin metode statistico-matematice, dacă este bine fundamentat ştiinţific poate fi mai operativ, mai economic şi chiar mai precis decît un control total.

Prezenta lucrare, întocmită pe baza unei documentaţii tehnologice la fabrica „Electroprecizia" — Săcele, regiunea Braşov, poate servi controlul calităţii producţiei în fabricile de motoare electrice, dar în special poate constitui un instrument eficient în activitatea controlorilor O.C.M. care au de controlat serii mijlocii sau mari de motoare electrice, astfel încît un control total nu este posibil.

1. Metode de control al calităţii motoarelor electrice

1.1. Consideraţii generale

Motoarele electrice după fabricaţie au o serie de defecte, printre care pot fi amintite : străpungere, conexiune inversă, rulmenţi necorespunzători, rotorul freacă, rotorul este blocat întrefier mărit, abateri de la numărul de spire în bobinajul statoric, pierderi în fier mărite etc.

Pentru stabilirea existenţei defectelor şi pentru luarea măsurilor de prevenire a lor, pe lîngă controlul de tip (care se aplică primelor tipuri ieşite din fabricaţie), se efectuează în continuu un program al încercărilor de control.

În conformitate cu STAS 1893—50, punctul 105, acest program cuprinde următoarele probe :

a. Măsurarea rigidităţii dielectrice a izolaţiei unui bobinaj faţă de celălalt (ca încercare de control este obligatorie numai pentru motoarele cu tensiunea nominală mai mare de 3 000 V).

b. Măsurarea în curent continuu a rezistenţelor bobinajelor în stare rece.

c. Măsurarea raportului de transformare la motoarele cu inele colectoare.

d. Încercarea rigidităţii dielectrice a izolaţiei bobinajelor la masă.

e. Încercarea rigidităţii dielectrice a izolaţiei între spire.

f. Măsurarea curentului I_0 şi a pierderilor P_0 de mers în gol.

g. Măsurarea curentului I_k şi a pierderilor P_k de scurtcircuit, la un curent apropiat de cel nominal.

În cazul producţiei numeroase a motoarelor, organizarea corectă a încercărilor are o importanţă foarte mare deoarece, la platforma de încercare, fiecărui motor i se poate acorda un timp scurt.

Probele de control de la punctele *a*, *b*, *c*, *e* descoperă, în general, defectele următoare : străpungere conexiune inversă, rulmenţi necorespunzători, rotorul freacă, motorul blocat etc., a căror constatare se face de îndată ce mo-

* *F. Todor* este asistent la Catedra de matematici a Institutului politehnic—Braşov.

torul este pus în funcțiune. Rezultatele la aceste probe se prezintă, în general, fără un interval de variație, adică numai prin răspunsurile „da" și „nu". Se arată în figura 1 graficul

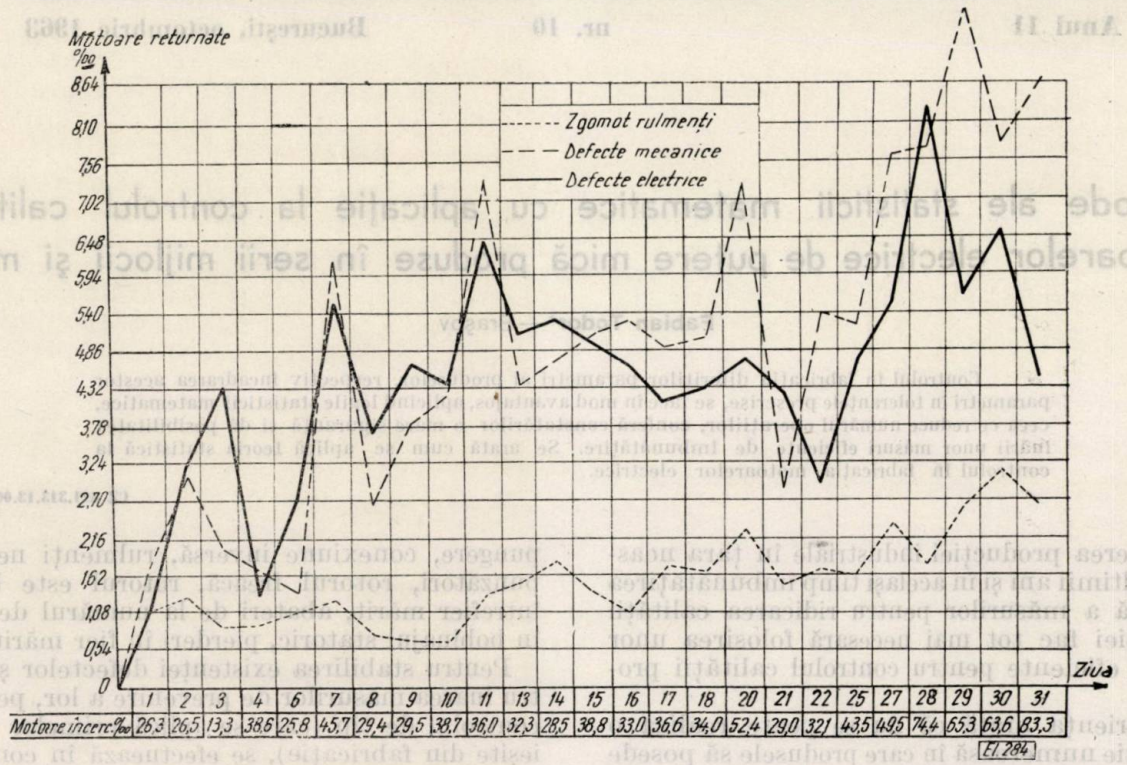


Fig. 1. Diagrama returnărilor în luna august 1962 la uzina „Electroprecizia" — Săcele, Regiunea Brașov.

care prezintă în cifre relative (0/00) variația numărului de motoare returnate în decurs de o lună la uzina „Electroprecizia" din Săcele, regiunea Brașov.

1.2. Parametrii încercărilor de control și indicii economici de exploatare a motoarelor electrice fabricate în serie

Prin probele *f* și *g*, arătate în paragraful anterior, se determină parametrii încercărilor de control, adică curentul și pierderile la mers în gol I_0 și P_0, precum și curentul și pierderile la scurtcircuit I_k și P_k.

De acești parametri [3] depind indicii economici de exploatare randament (η), factor de putere (cos φ), multiplicitatea cuplului maxim (M_{max}), multiplicitatea cuplului de pornire (M_p) și multiplicitatea curentului de pornire (I_p). De asemenea, cu ajutorul parametrilor încercărilor de control (I_0, P_0, I_k, P_k) stabiliți prin probele *f* și *g* se pot sesiza și o serie de defecte din procesul tehnologic, printre care : întrefier mărit, rezistență rotorică activă mărită, abateri de la numărul de spire în bobinajul statoric, pierderi în fier mărite, pierderi mecanice mărite etc.

Pentru ca motorul electric să fie de calitate superioară în exploatare, trebuie ca primii patru indici economici de exploatare (η, cos φ, M_{max}, M_p) să fie suficient de mari, iar pentru a nu deranja alți consumatori de pe aceeași rețea, curentul de pornire I_p trebuie să fie suficient de mic.

Indicii economici de exploatare sînt normați prin standarde și se stabilesc direct numai la primele tipuri (seria zero) care se fabrică, deoarece sînt anevoios și costisitor de determinat. Deducerea valorilor indicilor economici de exploatare, (η, cos φ, M_{max}, M_p, I_p) pentru motoarele electrice de același tip și aceleași dimensiuni, din datele obținute experimental asupra parametrilor încercărilor de control (I_0, P_0, I_k, P_k) pe baza relațiilor funcționale ce există între aceste grupe de parametri, necesită un calcul laborios, de aceea, în cazul unor serii mari sau chiar mijlocii de motoare fabricate, acest procedeu este inaplicabil.

În practică se admite că se poate aprecia [3] concordanța dintre motorul electric care se controlează și cerințele standardelor prin construirea a trei domenii ale relațiilor admisibile ale parametrilor încercărilor de control.

În figura 2 se dau domeniile limitative ($I_0 - I_k$), ($P_0 - P_k$), ($I_k - P_k$), construite pentru motoare de 1,1 kW, 1 000 rot/min.

Se stabilesc limite superioare admise pentru parametrii I_0, P_0 și I_k și de asemenea, anumite limite inferioare și superioare pentru P_k.

Aceste limite sînt necesare deoarece la valori mari ale lui I_0 și P_0 scade factorul de putere, la valori prea mari ale lui I_k și P_k cresc pierderile

și scade randamentul, iar la valori prea mici ale lui P_k scade momentul de pornire.

Motorul se consideră ca satisfăcînd cerințele standardului dacă nici unul dintre parametrii încercărilor de control nu iese din limitele domeniilor respective.

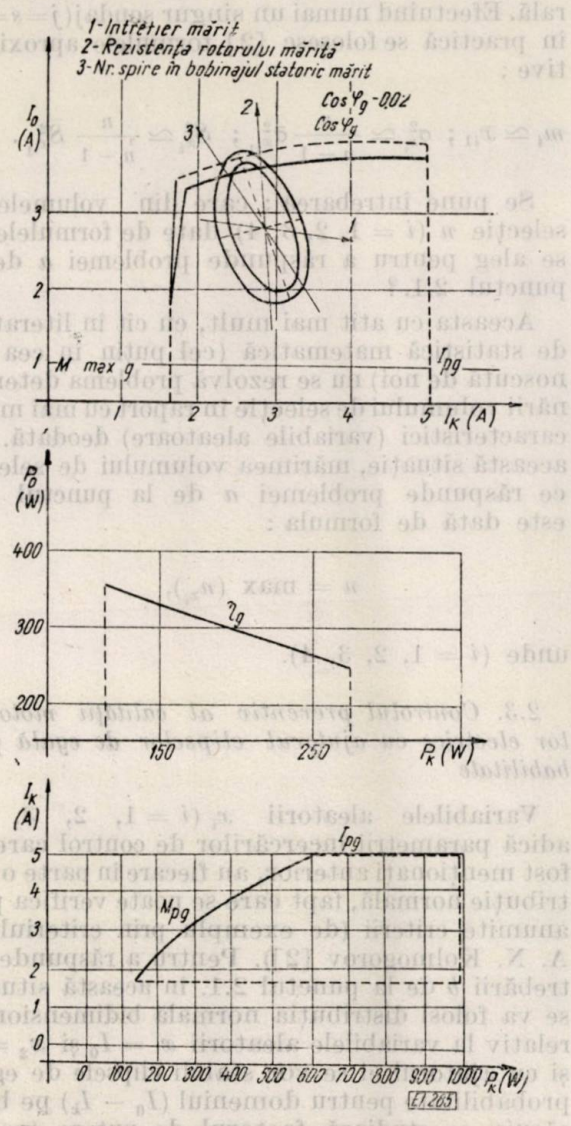


Fig. 2. Diagrama zonelor admise pentru parametrii încercărilor de control I_0, I_k, P_0, P_k (schemă), 1,1 kW — 1 000 rot/min ; 220/380 ; Δ/Y.

Metoda de control descrisă se consideră nesatisfăcătoare din motive care se vor explica în cele ce urmează. Limitele parametrilor încercărilor de control se adoptă doar după „cîteva" mașini care se fabrică la început și care se consideră că au indicii de exploatare conform standardelor (admisibili).

Nu se pot trage concluzii asupra controlului atunci cînd numărul de motoare folosite pentru stabilirea domeniilor limitative, nu este destul de mare, aceasta datorită complexității cauzelor care determină abaterile parametrilor I_0, I_k, P_0 și P_k. Acești parametri ai încercărilor de control I_0, I_k, P_0 și P_k în general nu sînt independenți, între ei nu există (cel puțin nu sînt cunoscute) legături funcționale, dar există, în cazul unei producții de masă, legături statistice (sau stohastice). Aceste legături sînt de așa natură încît prin îmbunătățirea unora dintre parametrii încercărilor de control se înrăutățesc ceilalți.

În general, în cazul unei producții normale repartiția punctelor de coordonate (I_0, I_k), (P_0, P_k), (P_k, I_k) obținute din motoarele încercate se va face sub forma unor elipse care pot sau nu să semene sau să coincidă cu domeniile limitative stabilite. Fundamentarea statistico-matematică a controlului calității motoarelor electrice are tocmai scopul de a înlătura unele dintre lipsurile metodelor practicate în prezent.

2. Metode statistico-matematice de control al calității motoarelor electrice

2.1. Considerații generale

Problema controlului statistic al motoarelor electrice poate fi privită din mai multe puncte de vedere, și anume :

a. Determinarea numărului minim n de motoare care trebuie controlate dintr-un lot N pentru a putea aprecia calitatea lotului întreg privitor la toate probele de la a la g, cu o probabilitate suficient de mare.

b. Folosirea indicatorilor statistici (medie, abatere medie pătratică etc.) stabiliți dintr-un control final total sau prin sondaj, într-un control preventiv curent.

Avînd în vedere cele expuse în capitolul 1, în rezolvarea acestor probleme, lucrarea se va limita doar la probele de control f și g.

2.2. Controlul prin sondaj al calității motoarelor electrice

Se vor folosi metode statistice clasice din teoria sondajelor (selecției) pentru a răspunde problemei a de la punctul 2.1.

Trebuie menționat însă că nu este exclusă, ci chiar posibilă și, eventual, preconizată în viitor rezolvarea acestei prime probleme prin metode statistice moderne cum sînt criteriile de verificare a ipotezelor statistice, în general, și a analizei secvențiale (criteriul raportului probabilităților), în special.

Considerînd că parametrii încercărilor de control sînt caracteristici statistice (variabile aleatorii) se introduc următoarele notații : $I_0 = x_1$; $I_k = x_2$; $P_0 = x_3$; $P_k = x_4$, mediile aritmetice ale acestor variabile aleatorii în colectivitatea generală (totală) se notează, respectiv, prin m_1, m_2, m_3, m_4, iar dispersiile acestor variabile aleatorii tot în colectivitatea generală prin $\sigma^2_{x_1}$, $\sigma^2_{x_2}$, $\sigma^2_{x_3}$, $\sigma^2_{x_4}$.

Volumele care trebuie selecționate în raport cu fiecare parametru, conform cu [2], sînt date de formulele :

$$n_{x_i} = \frac{t^2 \sigma_{x_i}^2}{(\Delta x_i)^2} \quad \text{sau} \quad n_{x_i} = \frac{t^2 S_{x_i}^2}{(\Delta x_i)^2 + \frac{t^2 S_{x_i}^2}{N}} \qquad (1)$$

pentru $i = 1, 2, 3, 4$, după cum sondajul va fi simplu repetat sau nerepetat. Sondajul simplu presupune că subcolectivitatea de selecție, adică sondajul, se alege la întîmplare din întreaga colectivitate care este studiată (N).

Sondajul simplu repetat presupune că fiecare unitate (în cazul de față motor electric) extrasă în sondaj se înapoiază în colectivitatea generală și există posibilitatea de a fi extrasă din nou.

Sondajul simplu nerepetat presupune că unitatea extrasă nu se înapoiază în colectivitatea generală (deci fiecare motor încercat nu se mai înapoiază în colectivitatea generală). Evident în practică sondajul simplu nerepetat se folosește mai mult decît cel repetat, de altfel și volumele n_{x_i} ce trebuie selecționate sînt, în cazul sondajului simplu nerepetat, mai mici, după cum rezultă din (1). În formulele (1) Δx_i reprezintă abaterile-limită (erorile) care se admit (sînt date) în cercetarea selectivă, și ele determină precizia cu care se lucrează. Numărul unităților (motoarelor electrice) din colectivitatea generală este notat cu N.

Coeficientul t este dat de formula :

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-t}^{t} e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \qquad (2)$$

unde $\Phi(t)$ este [2] probabilitatea cu care se lucrează și valorile ei sînt date în tabele.

Această formulă se interpretează conform [2] astfel : fie $\bar{x}_i$ ($i = 1, 2, 3, 4$) media variabilei aleatoare x_i ($i = 1, 2, 3, 4$) pentru unitățile dintr-un sondaj de volum „n" ; în acest caz :

$$\Phi(t) = P[\bar{x}_i - \Delta x_i < m_i < \bar{x}_i + \Delta x_i], \qquad (2')$$

pentru $i = 1, 2, 3, 4$, unde m_i este media adevărată a variabilei x_i în colectivitatea generală, iar Δx_i, eroarea-limită admisă, adică $\Phi(t)$ reprezintă probabilitatea ca media adevărată m_i să se afle în intervalul $(\bar{x}_i - \Delta x_i ; \bar{x}_i + \Delta x_i)$.

Expresiile $S_{x_i}^2$ sînt estimații ale dispersiilor $\sigma_{x_i}^2$, adică conform cu [2] se poate scrie :

$$S_{x_i}^2 = \frac{N\sigma_{x_i}^2}{N-1} \qquad (3)$$

cînd ($i = 1, 2, 3, 4$).

Efectuînd mai multe sondaje de același volum „n", de exemplu un număr de „s" sondaje, și notînd prin $\bar{x}_{ij}$, $\bar{\sigma}_{x_{ij}}^2$, $\bar{S}_{x_{ij}}^2$ (unde $i = 1, 2, 3, 4$ și $j = 1, 2, \ldots, s$) media, dispersia și estimația dispersiei pentru un sondaj oarecare „j", aceste mărimi noi introduse variază de la un sondaj la altul (sînt deci niște variabile aleatoare). Se demonstrează în [2] că mediile lui $\bar{x}_{ij}$, $\bar{\sigma}_{x_{ij}}^2$, $\bar{S}_{x_{ij}}^2$, pentru mai multe sondaje sînt, respectiv, chiar mărimile m_i, $\sigma_{x_i}^2$, $S_{x_i}^2$, din colectivitatea generală. Efectuînd numai un singur sondaj ($j = s = 1$), în practică se folosesc [2] formulele aproximative :

$$m_i \simeq \bar{x}_{i1} ; \quad \sigma_{x_i}^2 \simeq \frac{n}{n-1} \bar{\sigma}_{x_{i1}}^2 ; \quad S_{x_i}^2 \simeq \frac{n}{n-1} \bar{S}_{x_{i1}}^2 . \qquad (4)$$

Se pune întrebarea : care din volumele de selecție n ($i = 1, 2, 3, 4$) date de formulele (1) se aleg pentru a răspunde problemei *a* de la punctul 2.1. ?

Aceasta cu atît mai mult, cu cît în literatura de statistică matematică (cel puțin în cea cunoscută de noi) nu se rezolvă problema determinării volumului de selecție în raport cu mai multe caracteristici (variabile aleatoare) deodată. În această situație, mărimea volumului de selecție ce răspunde problemei *a* de la punctul 2.1. este dată de formula :

$$n = \max (n_{x_i}), \qquad (5)$$

unde ($i = 1, 2, 3, 4$).

2.3. Controlul preventiv al calității motoarelor electrice cu ajutorul elipselor de egală probabilitate

Variabilele aleatorii x_i ($i = 1, 2, 3, 4$), adică parametrii încercărilor de control care au fost menționați anterior, au fiecare în parte o distribuție normală, fapt care se poate verifica prin anumite criterii (de exemplu prin criteriul lui A. N. Kolmogorov [2]). Pentru a răspunde întrebării *b* de la punctul 2.1. în această situație se va folosi distribuția normală bidimensională relativ la variabilele aleatorii $x = I_0$ și $x_2 = I_k$ și cu ajutorul ei se vor stabili elipsele de egală probabilitate pentru domeniul ($I_0 - I_k$) pe baza căruia se studiază factorul de putere ($\cos\varphi$), precum și momentul maxim (M_{max}).

Pentru celelalte elipse, relativ la celelalte domenii, se procedează în mod analog. Conform cu [1], distribuția normală bidimensională are următoarea funcție de frecvență pentru variabilele aleatoare x_1, x_2 :

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)} \left[\frac{(x_1 - m_1)^2}{\sigma_{x_1}^2} - 2\rho \frac{(x_1 - m_1)(x_2 - m_2)}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{(x_2 - m_2)^2}{\sigma_{x_2}^2} \right]} \qquad (6)$$

unde :

σ_{x_1}, σ_{x_2} sînt abaterile medii pătratice ale variabilelor x_1 și x_2 (adică rădăcinile pătrate ale dispersiilor $\sigma_{x_1}^2$, $\sigma_{x_2}^2$);

m_1 și m_2 — mediile aritmetice pentru x_1 și x_2;
ρ — coeficientul de corelație dintre x_1 și x_2.

Cazul $\rho = 0$ (adică nu există corelație) va fi considerat ca un caz particular și nu se va trata separat. Acest caz ($\rho = 0$) se întîlnește de obicei la variabilele $x_3 = P_0$ și $x_4 = P_k$.

Probabilitatea ca punctul de coordonate (x_1, x_2) să cadă într-un domeniu oarecare (D) din planul celor două variabile este $f(x_1, x_2)$ a cărei expresie [1] este dată după cum urmează:

$$P_{E(x_1, x_2)} = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} \iint\limits_{E(x_1, x_2)} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{X_1^2}{\sigma_{x_1}^2} - 2\rho \frac{X_1 X_2}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{X_2^2}{\sigma_{x_2}^2}\right]} dX_1\, dX_2 \qquad (14)$$

$$F(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} \iint\limits_{(D)} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{(x_1-m_1)^2}{\sigma_{x_1}^2} - 2\rho \frac{(x_1-m_1)(x_2-m_2)}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{(x_2-m_2)^2}{\sigma_{x_2}^2}\right]} dx_1\, dx_2 \qquad (7)$$

Dacă se face schimbarea de variabilă:

$$X_1 = x_1 - m_1 \text{ și } X_2 = x_2 - m_2 \qquad (8)$$

adică dacă se mută originea sistemului de coordonate în punctul (m_1, m_2) formula (7) devine:

$$F(X_1, X_2) = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} \iint\limits_{(D')} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{X_1^2}{\sigma_{x_1}^2} - 2\rho \frac{X_1 X_2}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{X_2^2}{\sigma_{x_2}^2}\right]} dX_1 dX_2. \qquad (7')$$

Se va căuta locul geometric al punctelor din planul (X_1, X_2), adică din planul (I_0, I_k) care au aceeași probabilitate, deci $F(x_1, x_2) = \text{constant}$. Pentru aceasta trebuie ca:

$$-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{X_1^2}{\sigma_{x_1}^2} - \frac{2\rho X_1 X_2}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{X_2^2}{\sigma_{x_2}^2}\right] = K(\text{constant}) \qquad (9)$$

Conica de ecuație (9) este de gen elipsă sau parabolă, deoarece invariantul $a_{11}\, a_{22} - a_{12}^2 = \frac{1-\rho^2}{\sigma_{x_1}^2 \sigma_{x_2}^2} \geqslant 0$, ρ fiind subunitar, cazul $\rho = 1$, deci parabolă, se întîlnește mai rar.

Din teoria conicelor rezultă că prin transformările:

$$X_1 = U\cos\delta - V\sin\delta;\quad X_2 = U\sin\delta + V\cos\delta \qquad (10)$$

unde δ este dat de formula:

$$\operatorname{tg} 2\delta = \frac{2\rho \sigma_{x_1} \sigma_{x_2}}{\sigma_{x_1}^2 - \sigma_{x_2}^2} \qquad (11)$$

ecuația (9) devine:

$$\frac{U^2}{a^2} + \frac{V^2}{b^2} = 1 \qquad (12)$$

semiaxele a și b sînt date de formulele:

$$\begin{cases} a = \sqrt{k} \cdot \sqrt{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 + \sqrt{(\sigma_{x_1}^2 - \sigma_{x_2}^2)^2 + 4\rho^2 \sigma_{x_1}^2 \sigma_{x_2}^2}} \\ b = \sqrt{k} \cdot \sqrt{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 - \sqrt{(\sigma_{x_1}^2 - \sigma_{x_2}^2)^2 + 4\rho^2 \sigma_{x_1}^2 \sigma_{x_2}^2}} \end{cases} \qquad (13)$$

Ecuația (12) reprezintă o elipsă cu axele date prin formulele (13) și ale cărei puncte au aceeași probabilitate.

Dacă se notează cu $E(x_1, x_2)$ interiorul acestei elipse, probabilitatea ca un punct de coordonate (x_1, x_2) sau mai concret $(I_0 - m_1, I_k - m_2)$ în care valorile I_0 și I_k se obțin din încercarea de control al unui motor electric să cadă în elipsa respectivă conform cu (7') este:

$$P_{E(x_1, x_2)} = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} \iint\limits_{E(x_1, x_2)} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{X_1^2}{\sigma_{x_1}^2} - 2\rho \frac{X_1 X_2}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}} + \frac{X_2^2}{\sigma_{x_2}^2}\right]} dX_1\, dX_2 \qquad (14)$$

Prin transformările (10), formula (14) devine:

$$P_{E(U, V)} = \frac{1}{2\pi \sigma_{x_1} \sigma_{x_2} \sqrt{1-\rho^2}} \iint\limits_{E(U, V)} e^{-\left[\frac{U^2}{a^2} + \frac{V^2}{b^2}\right]} dU\, dV. \qquad (14')$$

Integrala din formula (14') se calculează prin transformările:

$$U = \frac{ra}{\sqrt{K}} \cos\psi \text{ și } V = \frac{rb}{\sqrt{K}} \sin\psi, \qquad (15)$$

unde:

$$0 \leqslant \psi \leqslant 2\pi$$
$$0 \leqslant r \leqslant \sqrt{K}$$

rezultă:

$$P_{E(x_1, x_2)} = P_{E(U, V)} = P_{E(r, \psi)} = 1 - e^{-K}. \qquad (16)$$

Dîndu-se probabilitatea ca motorul încercat să corespundă cerințelor, din formula (16) se determină K și apoi folosind formulele (13) se determină elipsa (graficul din fig. 2) de pe domeniul diagramei de control, în care se află cu această probabilitate punctul (x_1, x_2) corespunzător motorului încercat desigur avînd calculați pe σ_{x_1}, σ_{x_2} și ρ care au servit la calculul lui a și b în formulele (13). Invers, cunoscînd elipsa în care se grupează punctele de coordonate (I_0, I_k) din formulele (13) se determină K și apoi din formula (16) se determină probabilitatea ca punctele să cadă în elipsa respectivă.

Astfel, fiind construite cu o probabilitate suficient de bună elipsele de egală probabilitate pe cele trei domenii, urmează a se trasa direcțiile după care ies din elipsele respective punctele de coordonate (I_0, I_k); (P_0, P_k); (I_k, P_k) atunci cînd există diferite deranjamente în procesul de producție ca: întrefier mărit, abateri de la numărul de spire în bobinajul statoric, pierderi în fier mărite etc. Elipsele astfel construite pot servi controlul calității în timpul procesului de producție.

3. Anexă

*3.1. Aplicație relativ la controlul prin sondaj al calității motoarelor electrice**

* O.C.M.—Brașov a furnizat datele asupra parametrilor încercărilor de control, dintr-un sondaj, simplu, nerepetat, pe care l-a făcut în iulie 1962 la uzina „Electroprecizia" — Săcele, Regiunea Brașov.

Mărimea lotului luat pentru sondaj este de 120 motoare electrice de putere 1,1 kW, 1 000 rot/min, 380/220 V.

Prelucrînd datele din sondajul respectiv pentru mediile parametrilor încercărilor de control s-au obținut următoarele valori:

$$\bar{x}_{11} = \bar{I}_0 = 2{,}09 \text{ A}; \quad \bar{x}_{21} = \bar{I}_k = 2{,}88 \text{ A};$$

$$\bar{x}_{31} = \bar{P}_0 = 148{,}17 \text{ W}; \quad \bar{x}_{41} = \bar{P}_k = 247{,}84 \text{ W},$$

iar pentru dispersiile lor:

$$\bar{\sigma}^2_{x_{11}} = \bar{\sigma}^2_{I_0} = 0{,}00198 \text{ A}; \quad \bar{\sigma}^2_{x_{21}} = \bar{\sigma}^2_{I_k} = 0{,}00824 \text{ A};$$

$$\bar{\sigma}^2_{x_{31}} = \bar{\sigma}^2_{P_0} = 12{,}68527 \text{ W și } \bar{\sigma}^2_{x_{41}} = \bar{\sigma}^2_{P_k} = 28{,}04466 \text{ W}.$$

Estimațiile dispersiilor vor fi:

$$\bar{S}^2_{x_{11}} = \bar{\sigma}^2_{x_{11}} \cdot \frac{120}{119} = \bar{\sigma}^2_{x_{11}} \cdot 1{,}0084 = 0{,}001997 \text{ A}$$

$$\bar{S}^2_{x_{21}} = \bar{\sigma}^2_{x_{21}} \cdot \frac{120}{119} = \bar{\sigma}^2_{x_{21}} \cdot 1{,}0084 = 0{,}0083092 \text{ A}$$

$$\bar{S}^2_{x_{31}} = \bar{\sigma}^2_{x_{31}} \cdot \frac{120}{119} = \bar{\sigma}^2_{x_{31}} \cdot 1{,}0084 = 12{,}791826 \text{ W}$$

$$\bar{S}^2_{x_{41}} = \bar{\sigma}^2_{x_{41}} \cdot \frac{120}{119} = \bar{\sigma}^2_{x_{41}} \cdot 1{,}0084 = 28{,}280235 \text{ W}.$$

Conform formulelor (4) rezultă următoarele estimații pentru dispersiile parametrilor încercărilor de control în colectivitatea generală.

$$S^2_{x_{11}} = \bar{S}^2_{x_{11}} \cdot \frac{120}{119} \simeq 0{,}0020 \text{ A}$$

$$S^2_{x_{21}} = \bar{S}^2_{x_{21}} \cdot \frac{120}{119} \simeq 0{,}0084 \text{ A}$$

$$S^2_{x_{31}} = \bar{S}^2_{x_{31}} \cdot \frac{120}{119} \simeq 12{,}8993 \text{ W}$$

$$S^2_{x_{41}} = \bar{S}^2_{x_{41}} \cdot \frac{120}{119} \simeq 28{,}5178 \text{ W}.$$

Limitele admise pentru parametrii încercărilor de control după indicațiile O.C.M. pentru motoarele de acest tip sînt date de inegalitățile:

$$I_0 \leqslant 2{,}15 \text{ A}; \quad I_k \leqslant 2{,}95 \text{ A}; \quad P_0 \leqslant 150 \text{ W};$$
$$260 \text{ W} \geqslant P_k \geqslant 240 \text{ W}.$$

Orientîndu-ne după aceste limite, precum și după valorile medii obținute din sondaj pentru parametrii încercărilor de control, se poate lua pentru erorile-limită admise, respectiv, valorile:

$$\Delta x_1 = \Delta I_0 = 0{,}01 \text{ A}; \quad \Delta x_2 = \Delta I_k = 0{,}02 \text{ A};$$

$\Delta x_3 = \Delta P_0 = 0{,}5$ W și $\Delta x_4 = \Delta P_k = 1$W, și precizia va fi foarte mare.

Luînd probabilitatea dată prin formula (2) $\Phi(t) = 0{,}99$, adică din tabele $t = 2{,}59$, se poate stabili pe baza formulelor (1) numărul minim de motoare ce trebuie selecționate dintr-un număr de N (exemplu 10 000) motoare, pentru a putea spune dacă întregul lot satisface sau nu cerințele standardului cu erorile admise și cu probabilitatea de 99%. În cazul acestor date dacă se consideră că $N = 10\,000$ bucăți și se face un sondaj simplu nerepetat, vor fi atunci conform cu (1) următoarele volume de selecție corespunzătoare celor patru parametri:

$$n_{x_1} = n_{I_0} = 132 \text{ bucăți}; \quad n_{x_2} = n_{I_k} = 138 \text{ bucăți};$$

$$n_{x_3} = n_{P_0} = 335 \text{ bucăți și } n_{x_4} = n_{P_k} = 188 \text{ bucăți}.$$

Conform formulei (5) avem:

$$n = \max(n_{x_1}, n_{x_2}, n_{x_3}, n_{x_4}) = 335 \text{ bucăți}.$$

Micșorînd precizia, adică mărind erorile-limită admise Δx_i ($i = 1, 2, 3, 4$), volumul „n" ce trebuie selecționat se va micșora.

Astfel luînd ca erori-limită admise chiar diferențele dintre limitele admise și valorile medii ale parametrilor încercărilor de control, adică:

$\Delta x_1 = \Delta I_0 = 2{,}15 - 2{,}09 = 0{,}06$ A
$\Delta x_2 = \Delta I_k = 2{,}95 - 2{,}88 = 0{,}07$ A
$\Delta x_3 = \Delta P_0 = 150 - 148{,}17 = 1{,}33$ W
$\Delta x_4 = \Delta P_k = 247{,}84 - 240 = 7{,}84$ W (deoarece $7{,}84 < 260 - 247{,}84$), volumele ce trebuie selecționate dintr-o colectivitate $N = 10\,000$ motoare cu aceeași probabilitate de 99%, vor avea următoarele valori:

$$n_{x_1} = n_{I_0} = 4 \text{ bucăți}; \quad n_{x_2} = n_{I_k} = 12 \text{ bucăți};$$

$$n_{x_3} = n_{P_0} = 26 \text{ bucăți și } n_{x_4} = n_{P_k} = 3 \text{ bucăți}.$$

Adică $n = \max(n_{x_1}, n_{x_2}, n_{x_3}, n_{x_4}) = 26$ bucăți.

Avînd în vedere volumul relativ mic al sondajului (120 motoare) și faptul că din tabelele de distribuție a parametrilor încercărilor de control pentru acest sondaj rezultă că curentul de mers în gol (I_0) ar avea o distribuție asimetrică, deci nenormală, calculul și construirea elipselor de egală probabilitate pentru acest exemplu nu s-au făcut.

3.2. Aplicație relativ la controlul preventiv al motoarelor electrice — calculul axelor elipselor de egală probabilitate

Ceea ce se va trata în acest subcapitol are numai rolul de a ilustra numeric problemele abordate la punctul *2.3.* Datele folosite sînt cele din tabela 1.

În tabela 1, f_{I_k} și f_{P_k} sînt frecvențele absolute, respectiv, pentru cei doi parametri I_k și P_k, iar $f_{r_{I_k}}$ și $f_{r_{P_k}}$, frecvențele lor relative.

Înainte de a calcula axele elipselor de egală probabilitate se va verifica, cu ajutorul criteriului lui A. N. Kolmogorov [2], dacă cele 143

Tabela 1

Distribuția a 143 motoare electrice după parametrii I_k și P_k*

F_k (W) \ I_k (A)	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	f_{P_k}	f_{rP_k}
3 000	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	4	0,02797
3 300	—	3	1	5	2	5	2	—	—	—	18	0,12587
3 600	—	—	4	14	20	29	11	6	1	—	85	0,59440
3 900	—	—	—	—	6	6	14	4	4	—	34	0,23776
4 200	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0,00699
4 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,00699
f_{I_k}	1	3	6	21	28	40	28	10	5	1	143	
f_{rI_k}	0,0069	0,0209	0,0419	0,1468	0,1958	0,2797	0,1958	0,0699	0,0349	0,0069		1

* Tabela este întocmită după lucrarea lui O.D. Goldberg „Analiza controlului motoarelor electrice prin metode statistico-matematice". Vestnic electropromîșlennosti nr. 6, 1956, Moscova.

Tabela 2

Verificarea normalității parametrului I_k

I_k (A)	Limitele intervalelor (A)	f_{I_k}	$x'_{21} - \bar{x}_{21}$	$x = \frac{x'_{21} - \bar{x}_{21}}{\sigma x_{21}}$	$\Phi(z)$	$F(x) = \frac{1}{2} + \Phi(z)$	f_{rI_k}	$F_n(x)$	$F_n(x) - F(x)$
65	64,5—65,5	1	—4,225	—3,0007	—0,49865	0,00155	0,00699	0,00699	0,00564
66	65,5—66,5	3	—3,225	—2,2905	—0,48899	0,01101	0,02097	0,027960	0,01695
67	66,5—67,5	6	—2,225	—1,5803	—0,44235	0,05705	0,04194	0,06990	0,01285
68	67,5—68,5	21	—1,225	—0,8700	—0,30785	0,19215	0,14679	0,21669	0,02454
69	68,5—69,5	28	—0,225	—0,1598	—0,06356	0,43644	0,19580	0,41249	—0,02395
70	69,5—70,5	40	0,775	0,5504	0,20884	0,70884	0,27972	0,69221	—0,01663
71	70,5—71,5	28	1,775	1,2577	0,39617	0,89617	0,19580	0,88801	—0,00816
72	71,5—72,5	10	2,775	1,9700	0,47558	0,97558	0,06990	0,95791	—0,01767
73	72,5—73,5	5	3,775	2,6811	0,49632	0,99632	0,03495	0,99286	—0,00346
74	73,5—74,5	1	4,775	3,3912	0,49965	0,99965	0,00699	0,99985	0,00020

x'_{21} este marginea superioară a intervalului, iar $\Phi(z)$ funcția lui Laplace din formula (2).

Tabela 3

Verificarea normalității parametrului P_k

P_k (W)	Limitele intervalelor (W)	f_{P_k}	$x'_{41} - \bar{x}_{41}$	$z = \frac{x'_{41} - \bar{x}_{41}}{\sigma x_{41}}$	$\Phi(z)$	$F(x) = \frac{1}{2} + \Phi(z)$	f_{rP_k}	$F_n(x)$	$F_n(x) - F(x)$
3 000	2 850—3 150	4	—477,30	—2,1298	—0,48340	0,01660	0,02797	0,02797	0,01137
3 300	3 150—3 450	18	—177,30	—0,7911	—0,28600	0,21400	0,12587	0,15384	—0,06016
3 600	3 450—3 750	85	122,70	0,5475	0,20700	0,70700	0,59440	0,74824	0,004124
3 900	3 750—4 050	34	422,70	1,8862	0,47050	0,97050	0,23776	0,98600	0,0155
4 200	4 050—4 350	1	722,70	3,2248	0,49937	0,99937	0,00699	0,99299	—0,00638
4 500	4 350—4 650	1	1022,70	4,5635	0,49999	0,99999	0,00699	0,99998	0,0001

x'_{41} este marginea superioară a intervalului.

motoare electrice se distribuie normal în raport cu cei doi parametri I_k și P_k.

Dacă se notează cu $F_n(x)$ funcția empirică de repartiție sau frecvența relativă cumulată și cu $F(x)$ funcția teoretică de repartiție care este determinată atunci cînd se cunosc media și abaterea medie pătratică a lui x, de altfel cînd variabila aleatorie x este continuă, se poate scrie : $F'(x) = f(x)$ (17) unde $f(x)$ este funcția teoretică de frecvență [1] și [2]. De asemenea, notînd cu $D_n = \max |F_n(x) - F(x)|$, criteriul lui A. N. Kolmogorov arată că funcția empirică de repartiție $F_n(x)$ tinde către funcția teoretică de repartiție $F(x)$, atunci cînd probabilitatea inegalității $D_n < \frac{\lambda}{\sqrt{n}}$, adică :

$$P\left[D_n < \frac{\lambda}{\sqrt{n}}\right] = K(\lambda) \qquad (18)$$

este aproape de certitudine. Valorile funcției $K(\lambda)$ sau ale pragului de semnificație $q_\lambda = 1 - K(\lambda)$ sînt date în tabele.

Din tabela 1 se dau pentru mediile aritmetice și abaterile medii pătratice ale celor doi parametri I_k și P_k următoarele valori:

$$\bar{x}_{21} = \bar{I}_k = 69{,}725 \text{ A}; \quad \bar{X}_{41} = \bar{P}_k = 3627{,}3 \text{ W};$$

$$\sigma_{x_{21}} = \sigma_{I_k} = 1{,}408 \text{ A}; \quad \sigma_{x_{41}} = \sigma_{P_k} = 224{,}1 \text{ W}.$$

Pe baza acestor valori și a tabelei 1 se întocmesc tabelele 2 și 3.

Din tabela 2 rezultă $D_{n_{I_k}} = \max|F_n(x) - F(x)| = 0{,}02454$, iar din tabela 3, $D_{n_{P_k}} = max|F_n(x) - F(x)| = 0{,}06016$.

Considerînd ca prag de semnificație, de exemplu, pe $q_\lambda = 0{,}02$, din tabele se poate scrie $\lambda = 1{,}52$ și $\frac{\lambda}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}52}{\sqrt{143}} = 0{,}127$, adică $D_{n_{I_k}}$ și $D_{n_{P_k}}$ sînt mai mici decît $\frac{\lambda}{\sqrt{n}}$ cu o probabilitate de 98%.

Cele 143 motoare electrice se distribuie normal în raport cu cei doi parametri.

Pentru a calcula axele elipselor de egală probabilitate conform cu formulele (13) pe baza tabelei 1, se calculează coeficientul de corelație $\rho_{I_k P_k} = 0{,}565$ și se schimbă unitatea de măsură pentru P_k (mărind-o de 100 de ori) rezultă:

$$\sigma'_{x_{41}} = \sigma'_{P_k} = \frac{\sigma_{x_{41}}}{100} = 2{,}241$$

iar conform formulei (11):

$$\operatorname{tg} 2\delta = \frac{2\rho\sigma'_{x_{41}}\sigma_{x_{21}}}{(\sigma'_{x_{41}})^2 - \sigma^2_{x_{21}}} = \frac{2 \cdot 0{,}565 \cdot 2{,}241 \cdot 1{,}468}{(2{,}241)^2 - (1{,}408)^2} = 1{,}17298$$

și $2\delta = 49°40'$ adică $\delta \simeq 25°$.

Din formulele (13) apar următoarele cazuri:

1) luînd în (16) $P_{E(x_{21}, x_{41})} = 0{,}99$, rezultă $\sqrt{K} = 2{,}145$ și semiaxele sînt: $a = 2{,}145 \cdot 3{,}42 = 7{,}3359$, $b = 2{,}145 \cdot 1{,}53 = 3{,}28185$;

2) luînd în (16) $P_{E(x_{21}, x_{41})} = 0{,}98$, rezultă $\sqrt{K} = 1{,}978$ și semiaxele sînt: $a = 1{,}978 \cdot 3{,}42 = 6{,}76476$, $b = 1{,}978 \cdot 1{,}53 = 3{,}02634$;

3) luînd în (16) $P_{E(x_{21}, x_{41})} = 0{,}97$, rezultă $\sqrt{K} = 1{,}872$ și semiaxele sînt: $a = 1{,}872 \cdot 3{,}42 = 6{,}40224$, $b = 1{,}872 \cdot 1{,}53 = 2{,}86416$;

4) luînd pe $k = \frac{1}{2}$ din (16) $P_{E(x_{21}, x_{41})} = 0{,}393$; rezultă $\sqrt{K} = 0{,}707$ și semiaxele sînt: $a = 0{,}707 \cdot 3{,}42 = 2{,}41794$, $b = 0{,}707 \cdot 1{,}53 = 1{,}08171$.

Avînd calculate semiaxele a și b, unghiul δ pe care axa absciselor (OP_k) îl face cu axa mare a elipselor, precum și coordonatele centrului elipselor (adică $\bar{x}_{21} = \bar{I}_k$ = ordonata centrului și $\bar{x}_{41} = \bar{P}_k$ = abscisa centrului) pe domeniul (I_k, P_k) se pot construi elipsele de egală probabilitate, care vor servi controlul preventiv.

4. Concluzii

Cele două aplicații expuse în capitolul al 3-lea nu sînt chiar în măsură să evidențieze importanța lucrării.

Rolul practic al celor arătate în capitolul al 3-lea al lucrării va apare mai clar, cînd cei interesați direct în studiul calității producției de motoare electrice (uzina producătoare și O.C.M.) vor acorda importanța cuvenită metodelor statistice matematice.

Lucrarea poate avea importanță și pentru controlul altei producții de serie, unde intervine selecția în raport cu mai mulți parametri. Din punct de vedere teoretic, lucrarea se poate îmbunătăți după cum s-a arătat în 2.2.

Dacă parametrii încercărilor de control I_0, I_k, P_0, P_k ar avea, eventual, și alte distribuții, nu numai cea normală, problema s-ar putea trata analog, dacă nu s-ar lucra eventual, cu elipse de egală probabilitate, ci cu alte curbe.

Bibliografie

[1] *Onicescu, O.* și *Mihoc, Gh.* Lecții de statistică matematică. București, Editura tehnică, 1958, p. 85–108.

[2] *Mihoc, Gh.* și *Urseanu, V.* Matematici aplicate în statistică. București, Editura Academiei R.P.R., 1962, p. 531–540, 553–556, 613–619.

[3] *Ierve. G. K.* Încercările industriale ale mașinilor electrice. București, Editura tehnică, 1961, p. 406–411.

Intrat în redacție la 8.VIII.1963

Utilizarea redresoarelor cu semiconductori în transportul electrificat urban

Christian Gust şi **Carol Saal** – Braşov*

Introducerea redresorului static cu semiconductori în locul celor cu mercur este prevăzută de specialişti datorită avantajelor mari pe care le oferă. Se discută aceste avantaje şi se ilustrează pe exemplul unei staţii de redresare automatizată montată de curînd în ţară.

CZ 621.314.63:621.33:625.62

Îmbunătăţirea şi extinderea transportului electrificat urban necesită atît sporirea numărului şi puterii substaţiilor de tracţiune, cît şi modernizarea instalaţiilor existente de alimentare cu energie electrică a materialului rulant.

Articolul se va limita la soluţiile uzuale în prezent în transportul urban, avînd materialul rulant dotat cu motoare de c.c, reţea de contact şi substaţii stabile, de puteri potrivite pentru redresarea curentului alternativ. Nu se va insista asupra perspectivelor, care se întrezăresc, de a alimenta materialul rulant de la o reţea de contact de c.a., cu folosirea redresoarelor instalate direct pe materialul rulant; nu vor fi atacate nici problemele legate de acţionarea vehiculelor prin energie cinetică acumulată într-un volant în rotaţie.

În procesul introducerii tehnicii noi în transportul electrificat urban trebuie urmărite, printre altele, înlocuirea utilajului de redresare învechit, mărirea gradului de economicitate şi siguranţă în exploatare, introducerea alimentării descentralizate şi realizarea automatizării complete a comenzilor din substaţiile de tracţiune. Alegerea tipului de redresor pentru o substaţie nouă sau pentru una care urmează să fie modernizată are o mare influenţă în urmărirea obiectivelor propuse.

În ultimele decenii, redresorul cu vapori de mercur a predominat. După ultimul război, acest redresor a fost perfecţionat prin realizarea sa în cuvă etanşă şi eliminarea instalaţiilor de producere şi menţinere a vidului, foarte pretenţioase din punct de vedere constructiv şi al exploatării. Pînă în anii 1957—1958, redresorul cu vapori de mercur, sub această formă, părea unica şi cea mai avantajoasă soluţie pentru echiparea substaţiilor de redresare în transportul urban.

Începînd din anul 1957, datorită progreselor rapide realizate în domeniul construcţiei redresoarelor de putere cu semiconductori, au început să fie studiate şi realizate instalaţii de redresare de mare putere cu semiconductori pentru diferite aplicaţii industriale, printre care şi transportul electrificat urban. Accentul perfecţionărilor a trecut de la redresoarele cu seleniu asupra celor cu germaniu şi siliciu, care prezintă avantaje deosebite în electronica energetică.

* C. Gust este inginer proiectant principal la DSAPC-Braşov; ing. C. Saal este lector la IP — Braşov.

Stadiul actual şi domeniile de utilizare a redresoarelor

În prezent, circa 20—25% din întreaga energie electrică produsă se consumă în curent continuu [1], [7]. Necesitatea unui randament cît mai ridicat al transformării curentului alternativ în curent continuu a făcut să se dezvolte, pe lîngă convertizoarele rotative vechi utilizate pînă la ultimul război mondial, următoarele tipuri de redresoare mai moderne:

— redresoarele cu seleniu în instalaţiile de puteri mici şi medii, cu tensiuni pînă la 100 V, unde se cerea simplitate în deservire;

— redresoarele cu tuburi cu vid sau ionice în instalaţiile electronice de mică putere;

— redresoarele cu vapori de mercur şi grilă comandată în instalaţiile cu tensiuni peste 400 V şi curent redresat pînă la circa 10 kA.

Ultimul tip a fost şi mai este încă predominant, începînd cu cîteva decenii în urmă, datorită avantajelor economice oferite în funcţionare.

Toate aceste tipuri nu au putut satisface pe deplin cerinţele industriei electrochimice, care are nevoie pentru instalaţiile de electroliză de curenţi pînă la 100 kA şi unde preţul produsului final este în mare măsură funcţie de randamentul transformării curentului. O dată cu reluarea ideii vechiului convertizor mecanic cu contacte, după o perioadă de perfecţionare de 10—12 ani au putut fi utilate, începînd din anul 1951, multe fabrici chimice cu asemenea agregate de redresoare care s-au construit pentru curenţi de 10—15 kA pe unitate [9]. Pentru tensiuni redresate pînă la 400 V, randamentul acestor instalaţii n-a putut fi depăşit de nici un alt tip de redresor, pierderile de energie avînd, practic, loc doar în transformatorul de alimentare. Convertizoarele mecanice cu contacte şi-au dovedit superioritatea deşi au construcţie relativ complicată şi întreţinere dificilă provocată de uzura pieselor în mişcare. Pentru ilustrarea considerentelor economice care erau valabile pentru alegerea unuia sau a altuia dintre aceste tipuri de redresoare, diagrama din figura 1 redă comparativ cheltuielile de investiţii pentru diferite tipuri de instalaţii de redresare, în funcţie de tensiunea redresată; ca bază s-a luat un curent furnizat constant de 10 kA.

În ultimii ani au apărut pe scară industrială redresoarele cu semiconductori care au folosit

inițial elemente monocristaline de germaniu și, mai tîrziu, de siliciu. Cum randamentul instalațiilor acestora este similar cu cel al convertizoarelor mecanice cu contacte și prezintă și alte avantaje, redresoarele cu siliciu au ajuns

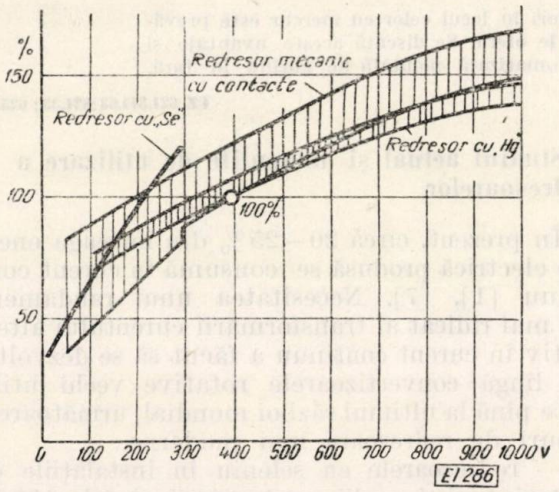


Fig. 1. Compararea cheltuielilor de investiție pentru instalațiile de redresare de 10 kA, destinate electrolizei [8]. Limita inferioară a domeniilor este valabilă pentru tipurile cele mai bine utilizate, cea superioară, pentru cazul cînd scara tipurilor de redresoare nu concordă cu necesarul instalației.

să se afirme în toate domeniile de aplicații tehnice ale redresoarelor, cuprinzînd game variate de tensiuni și curenți redresați, rezervate anterior unui alt anumit tip de redresor.

În tabela 1 sînt arătate comparativ datele tehnice de bază ale diferitelor tipuri de redresoare folosite în prezent [1, 2, 3, 7].

Din compararea parametrilor diferitelor tipuri de redresoare se remarcă, în primul rînd, curentul specific mare la redresoarele cu germaniu și siliciu. De la 50—70 mA/cm², cît era uzual la redresoarele mici cu seleniu, s-a ajuns la celulele moderne cu siliciu, răcite artificial, la o sarcină admisibilă de 200 A/cm², adică aproape de 4 000 de ori mai mare. Aceasta a permis asimilarea fabricației în serie a unor tipuri de elemente semiconductoare, de dimensiuni și greutate mică, care au deschis drumuri cu totul noi în construcția redresoarelor de putere. Astfel pot fi citate:

a) elemente redresoare sovietice cu germaniu [4]:

— tip ВГ, pentru 10, 50 și 100 A, răcite cu aer;

— tip ВГ, В-200, pentru 200 A, răcit cu apă;

b) elemente redresoare sovietice cu siliciu [4, 2];

— tip ВК-50, de 50 A, cu temperatura de regim admisibilă la +140°C, cu răcire forțată;

— tip ВК-200, de 200 A, răcire forțată;

— elemente de 100 și 600 A, 400 V, ultimele răcite cu apă;

c) blocuri cu elemente redresoare sovietice cu seleniu [4]:

— blocul АВС-400-120, de 120 A;

— blocul ТВСГ de înaltă tensiune, pînă la 17 kV;

d) elementul redresor cu germaniu tip ВВС, de 100A, 120 V [11];

e) dioda de putere cu siliciu DS 200, fabricație elvețiană (BBC), de 200 A c.c., tensiune inversă 600 V, răcită cu aer [11].

Datorită avantajelor sale specifice, se pare că redresorul cu siliciu va fi întrebuințat pe scară din ce în ce mai largă, în special în domeniul tensiunilor înalte [2]. Folosindu-se un singur

Tabela 1

Date tehnice ale redresoarelor [3]

Denumirea caracteristicilor	Redresoare cu semiconductori			Convertizoare mecanice cu contacte	Redresoare cu vapori de mercur
	cu seleniu	cu germaniu	cu siliciu		
Tensiunea inversă maximă (de vîrf) a elementului redresor (V_m)	35—60	80—160	600	1 000	2 000—7 500
Căderea de tensiune pe elementul redresor (V)	0,6	0,5	0,7—1	2,5—3	20—24
Rezistența în sens direct (Ω/cm^2)	1,1	4.10^{-3}	10^{-3}	—	—
Sarcina admisibilă (A/cm^2):					
— fără ventilație artificială	0,07	40	80	—	—
— cu ventilație artificială	0,20	100	200	—	—
Temperatura maximă admisă a părților active (°C)	85—130	65	140	130	—
Sistemul de răcire	cu aer sau ulei	cu aer sau lichid	cu aer	cu aer	cu apă sau aer

tip de bază pentru elementul redresor, prin combinarea acestuia în montaje serie sau paralel se poate acoperi totalitatea gamelor de puteri întîlnite în practică. Volumul specific și greutatea mică pe unitatea de putere a elementului redresor permit dimensiuni de gabarit reduse pentru instalația de redresare în ansamblu. Pentru redresoarele cu siliciu se realizează aproximativ 0,1 kg/kW [3]. În ceea ce privește randamentul unei diode cu siliciu, acesta este cuprins între 99,3 și 99,6% [3], [10], iar pentru o instalație de redresare în ansamblu, pînă la 97,5% [10] sau chiar 97,93% [1], în cazul unor tensiuni de peste 500 V.

Trebuie remarcat, de asemenea, atît stabilitatea caracteristicii externe, cît și faptul că un redresor cu siliciu poate fi exploatat, fără alte măsuri speciale, la temperaturi ale mediului ambiant sub 0°C. Drept limită de funcționare se indică temperaturi ale mediului ambiant de —50°C pînă la 50°C [11]. Temperaturile de lucru admisibile ale părților active sînt ridicate la elementele cu siliciu. Alte detalii pot fi obținute din [2].

Printre avantajele prezentate de redresoarele cu siliciu trebuie să se enumere lipsa pieselor active mobile care ar putea fi supuse uzurii (cu excepția eventualelor ventilatoare sau pompe), ceea ce face ca acest redresor să fie mult mai simplu de deservit și de întreținut, și viața să fie mult mai lungă față de redresorul mecanic cu contacte. Instalațiile de redresare permit o automatizare relativ simplă. Este de semnalat micșorarea considerabilă a unităților de redresare de rezervă, deoarece eventualele diode defectate se înlocuiesc ușor, sînt mici și pot fi manipulate fără greutate.

Față de aceste avantaje, se pot cita și unele neajunsuri specifice elementelor cu germaniu și siliciu, așa cum sînt: capacitatea de supraîncărcare relativ redusă, sensibilitatea la supratensiuni de scurtă durată și temperatură de lucru admisibilă scăzută (numai la redresoarele cu germaniu). Se mai poate nota repartiția neuniformă a tensiunii inverse pe elementele cu siliciu legate în serie.

O parte dintre aceste deficiențe au fost înlăturate prin măsuri și elemente de conexiune corespunzătoare, introduse în instalațiile de redresare și protecție.

Fără îndoială că, întrucît dezvoltarea și perfecționarea elementelor redresoare cu semiconductori nu sînt încă încheiate, există perspectiva ca performanțele realizate să fie îmbunătățite, în această direcție unele rezultate importante fiind obținute și la noi în țară la ICET.

În privința domeniilor de utilizare a redresoarelor cu semiconductori se constată că cele cu germaniu prezintă avantaje economice și tehnice față de cele cu siliciu numai pentru tensiuni redresate sub 100 V. Pentru tensiuni mai mari — cazul alimentării vehiculelor de transport urban — redresoarele cu elemente cu siliciu sînt mai indicate, datorită următoarelor considerente:

— peste 100 V pierderile la dioda cu germaniu depășesc pe acelea ale diodei cu siliciu datorită, în special, curentului invers mai ridicat [13];

— tensiunea maximă inversă ce poate fi, practic, utilizată la dioda cu germaniu este limitată la 200 V [4];

— temperatura de lucru admisibilă pentru partea activă a elementului cu germaniu are valori relativ scăzute 65—80°C [11].

Se poate deci presupune că în domeniul tensiunilor redresate mai ridicate, elementul redresor cu siliciu va înlocui cu timpul pe cel cu germaniu.

Redresoarele cu siliciu în transportul urban

În cele ce urmează se va insista asupra particularităților redresoarelor cu siliciu care prezintă interes pentru transportul electrificat urban.

Folosind redresoarele cu siliciu se pot reduce simțitor pierderile de energie prin mărirea randamentului redresării. În diagrama din figura 2 se reprezintă grafic valoarea randamentului în cazul a două substații de redresare de 1 000 A,

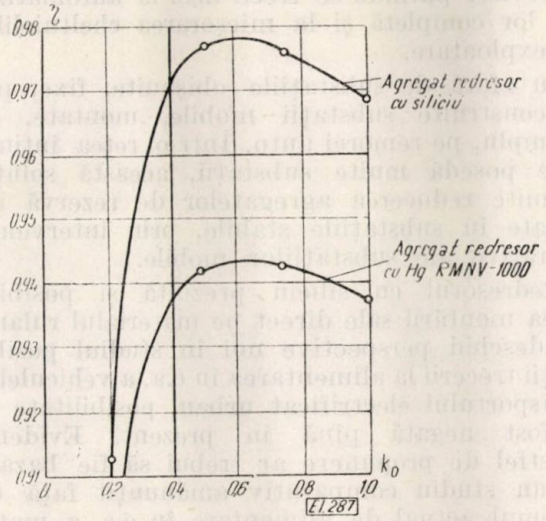


Fig. 2. Variația randamentului agregatelor de redresare de 600 kW și 600 V în funcție de coeficientul de încărcare (k_0); η = randamentul [3].

cu tensiunea redresată de 600 V, adică de tipul celor întrebuințate, în general, la alimentarea descentralizată. Curba 2 este valabilă pentru un grup redresor format dintr-un redresor cu vapori de mercur hexanodic de tip PMHB-1 000, sovietic, cu transformator trihexafazat TMPY-1 200/10. Curba 1 se referă la un agregat de redresoare constituit dintr-un transformator trifazat și un redresor cu siliciu, cu elemente de 100 A și 400 V tensiune inversă, conectate conform

schemei trifazate în punte. Curba 1 se apropie de curba de randament a transformatorului de alimentare propriu-zis. Chiar dacă se ține seamă de curba de sarcină a transportului urban, adică dacă se determină randamentele medii ale agregatelor într-un anumit interval de timp, rezultă că diferența medie a randamentelor de exploatare pentru agregatele menționate este de circa 3,5% [3], în favoarea redresorului cu siliciu.

Pe baza comparației parametrilor, a avantajelor și a comportării diverselor redresoare, făcute mai sus, se poate constata că, pentru transportul electric urban, cele mai mari perspective de folosire pentru echiparea substațiilor le au redresoarele cu siliciu. Prin construcția lor compactă și prin insensibilitatea față de temperatura ambiantă, redresoarele cu siliciu oferă posibilitatea de a se trece, în cadrul unei descentralizări a alimentării, la un nou tip de substație de tracțiune cu gabarit mic, care ar putea fi chiar semidescoperită, cu un volum al clădirii de circa 0,1 m³/kW [3]. S-ar putea examina, de asemenea, posibilitatea executării de substații subterane sau înglobate în blocuri de locuit, pentru rezolvarea mai ușoară a problemelor de amplasament și de încadrare urbanistică în zonele dens construite ale orașelor mari. Datorită simplității lor în construcție, substațiile pot fi exploatate fără personal permanent de deservire, putîndu-se trece deci la automatizarea lor completă și la micșorarea cheltuielilor de exploatare.

În afară de substațiile obișnuite, fixe, pot fi construite substații mobile, montate, de exemplu, pe remorci auto. Într-o rețea întinsă care posedă multe substații, această soluție permite reducerea agregatelor de rezervă instalate în substațiile stabile, prin intervenții operative ale substațiilor mobile.

Redresorul cu siliciu prezintă și posibilitatea montării sale direct pe materialul rulant. Se deschid perspective noi în studiul posibilității trecerii la alimentarea în c.a. a vehiculelor transportului electrificat urban, posibilitate ce a fost negată pînă în prezent. Evident, o astfel de propunere ar trebui să fie bazată pe un studiu comparativ amănunțit față de sistemul actual de alimentare în c.c. a materialului rulant.

Celule redresoare cu siliciu

Nu ne vom ocupa aici decît de dioda redresoare DS 200 [11], de 200 A și 600 V tensiune inversă de vîrf. Alte ventile de putere cu siliciu pot fi consultate în lucrarea [2]. Aspectul exterior al ventilului redresor cu siliciu menționat este arătat în figura 3. Cele două borne ale ventilului sînt formate de partea metalică hexagonală inferioară, prevăzută cu filet, împreună cu bolțul metalic superior, pe care se fixează conductorul flexibil de legătură, din cupru. Partea activă redresoare a ventilului este formată de o plăcuță de siliciu, introdusă într-o carcasă de protecție de sticlă incasabilă, care realizează simultan și izolamentul electric între cele

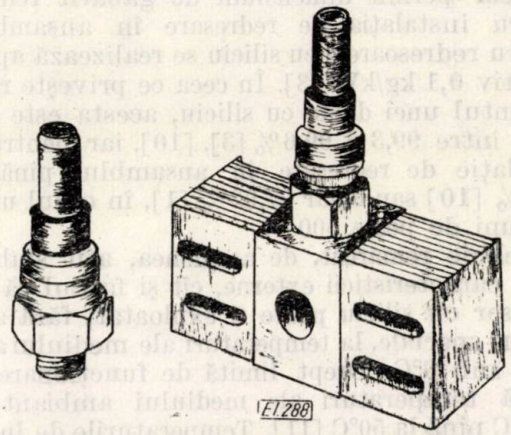


Fig. 3. Dioda cu siliciu DS 200, 200 A și 600 V tensiune inversă : *a*) fără bloc de răcire ; *b*) înșurubată în blocul de răcire [11].

două borne de legătură ale elementului. Materialul din care se confecționează plăcuța activă este siliciu monocristalin pur. Față de influențele atmosferice defavorabile, ea este protejată printr-un gaz uscat de protecție, care umple carcasa de protecție.

În figura 4 este prezentată caracteristica tensiune-curent a diodei cu siliciu DS 200 ; se precizează că pentru această diodă, tensiunea inversă de vîrf de încercare este de 1 200 V. Curba I, pentru sensul invers, se referă la funcționarea în gol a diodei, la o temperatură a

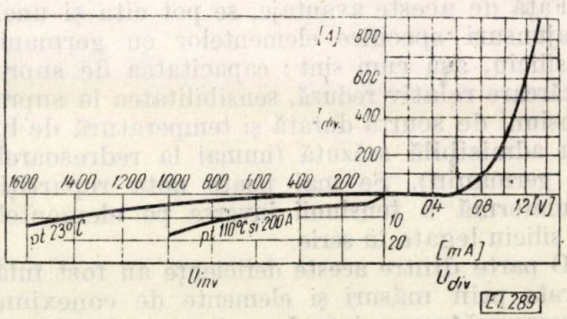


Fig. 4. Caracteristicile tensiune-curent ale unei diode cu siliciu DS 200 [10].

carcasei de 23° C, iar curba II este dată pentru o încărcare de 200 A, la o temperatură de funcționare de 110°C. Se observă dependența pronunțată a curentului invers de temperatură, acesta crescînd aproape exponențial cu creșterea temperaturii. De aici se deduc importanța și pretențiile deosebite impuse unei răciri bune. Acest deziderat este accentuat și de considerațiile următoare : la un curent mediu direct de circa 200 A, avînd în vedere căderile de tensiune

corespunzătoare pe diodă care variază între 0,6 și 1,2 V, puterea disipată în celulă poate atinge aproximativ 240 W. Cum volumul plăcuței de siliciu este de 0,02 cm³, rezultă o putere specifică volumetrică ce trebuie disipată de 12 kW/cm³, o valoare foarte ridicată.

Datorită însă temperaturii admisibile de lucru mari a diodei cu siliciu (140°C), se poate renunța, totuși, la o răcire cu lichid, care ar complica instalațiile. În general, se folosește răcirea forțată cu aer; pentru mărirea capacității termice și a suprafeței de răcire, elementul redresor se înșurubează cu partea lui inferioară într-un corp de cupru masiv (blocul de răcire) prevăzut cu aripioare de răcire.

Pentru a se putea face o comparație cu redresoarele cunoscute și exploatate în prezent, este necesar să se arate că o asemenea diodă, capabilă să redreseze 200 A, are aproximativ dimensiunile și forma unei bujii de automobil, cîntărind 220 g. Blocul de răcire în care se înșurubează dioda, împreună cu aripioarele de răcire, are o masă de ordinul unui kilogram, gabaritul său fiind 50 × 50 × 120 mm. În legătură cu chestiunile legate de funcționarea ventilelor de putere cu siliciu să se consulte [2].

Instalația de redresare cu diode cu siliciu a unei substații de tracțiune

În figura 5 este arătată schema de principiu a unei substații automate de redresare, destinată alimentării unei rețele de contact pentru troleibuze. În condiții normale, substația furnizează un curent redresat de 1 kA, la tensiunea nominală de 0,825 kV. Supraîncărcarea admisă este de 50% pe timp de două ore și de 100% pe timp de un minut. Substația funcționează complet automat; comenzile necesare se transmit de o instalație de automatizare cu ceas de comutație, după un program stabilit, sau de la distanță, făcînd uz de o instalație de telecomandă. Supravegherea se face printr-o instalație de telemăsură. Cele două legături, de telecomandă și de telemăsură, se stabilesc în gama frecvențelor acustice pe două perechi de circuite telefonice sau pe două canale radio pe ultrascurte.

Echiparea substației pe partea de înaltă tensiune nu prezintă particularități. Transformatorul este de tip trifazat, grupa de conexiuni Yd, în execuție specială, stabilă la scurtcircuite directe pe partea secundară. Redresorul cu siliciu este format din 36 diode redresoare, de tipul celor examinate, conectate într-o schemă trifazată în punte. Cele șase diode din fiecare ramură sînt legate în două grupe, cîte trei diode în paralel, grupele fiind conectate în serie. Un interes deosebit prezintă instalațiile de protecție împotriva scurtcircuitelor interioare în redresor și scurtcircuitelor exterioare directe pe partea de c.c., în sau imediat lîngă substație. Protecția se realizează printr-un scurtcircuitor [1], [5], montat într-un dulap metalic comun cu redresorul. Scurtcircuitorul are un timp de acționare foarte mic de 2—3 ms și suntează aproape instantaneu redresorul în

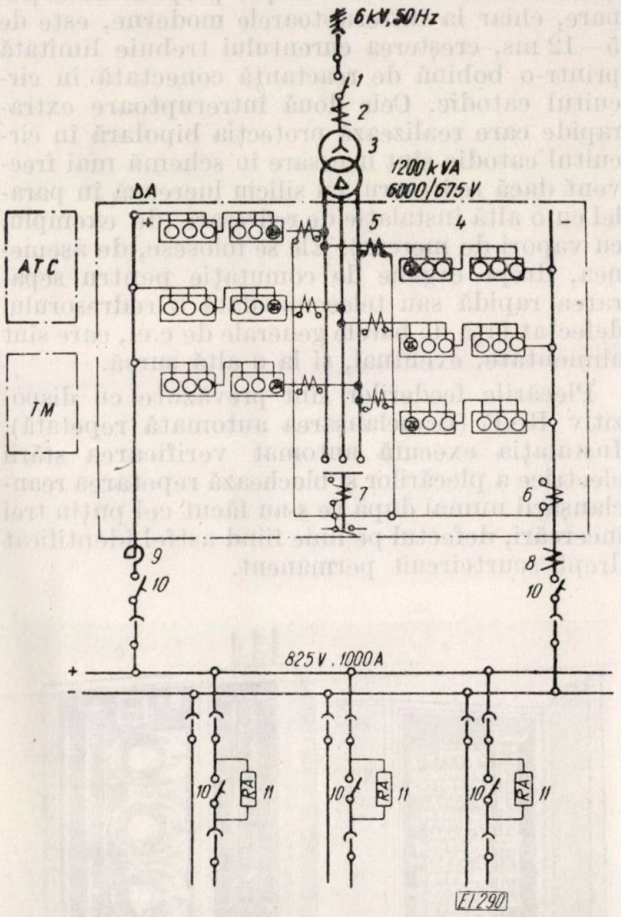


Fig. 5. Schema de principiu simplificată a unei substați de redresare pentru troleibuze, echipată cu diode cu siliciu:
1 — întreruptor automat de înaltă tensiune; *2* — transformator de curent al protecției maximale; *3* — transformator trifazat special 6000/675 V, 1200 kVA, rezistent la scurtcircuite; *4* — diodă redresoare cu siliciu de 200 A, 600 V tensiune inversă; *5* — transformator de curent invers în ramurile redresorului pentru declanșarea la scurtcircuit interior; *6* — transformator de curent de impuls în circuitul de c.c. pentru declanșare la scurtcircuit exterior; *7* — scurtcircuitorul ce dă comanda de acționare întreruptorului *1*; *8* — transformator de c.c.; *9* — bobină de reactanță pentru limitarea curentului de scurtcircuit exterior; *10* — întreruptor extrarapid de c.c.; *11* — dispozitiv de reanclanșare automată repetată a feederilor; *ATC* — instalație de automatizare și telecomandă; *TM* — instalație de telemăsură; *DA* — dulapul redresorului cu siliciu.

caz de avarie. În ipoteza unui defect interior, el este comandat de șase transformatoare de curent invers din ramurile punții și de un transformator de curent din circuitul principal care sesizează creșterea bruscă a curentului continuu în caz de scurtcircuit direct exterior. În caz de acționare, scurtcircuitorul transmite instantaneu o comandă de declanșare la întreruptorul primar principal care, după 50—100 ms, înlătură scurtcircuitul de pe transformator.

Alte construcții folosesc, pentru protecția redresorului, un întreruptor extrarapid de c.a., instalat în circuitul anodic între transformator și redresor [18].

Întreruptoarele extrarapide de c.c., instalate pe plecări, servesc pentru înlăturarea scurtcir-

cuitelor mai frecvente, dar mai îndepărtate pe feederii şi pe sectoarele alimentate de acestea, evitîndu-se scurtcircuitarea prea deasă a transformatorului. Întrucît timpul propriu de acţionare, chiar la întreruptoarele moderne, este de 5—12 ms, creşterea curentului trebuie limitată printr-o bobină de reactanţă conectată în circuitul catodic. Cele două întreruptoare extrarapide care realizează protecţia bipolară în circuitul catodic sînt necesare în schemă mai frecvent dacă redresorul cu siliciu lucrează în paralel cu o altă instalaţie de redresare (de exemplu, cu vapori de mercur). Ele se folosesc, de asemenea, drept organe de comutaţie pentru separarea rapidă sau telecomandată a redresorului defectat faţă de barele generale de c.c., care sînt alimentate, eventual, şi la o altă sursă.

Plecările feederilor sînt prevăzute cu dispozitiv RAR (reanclanşarea automată repetată). Instalaţia execută automat verificarea stării electrice a plecărilor şi blochează repetarea reanclanşării numai după ce s-au făcut cel puţin trei încercări, defectul pe linie fiind astfel identificat drept scurtcircuit permanent.

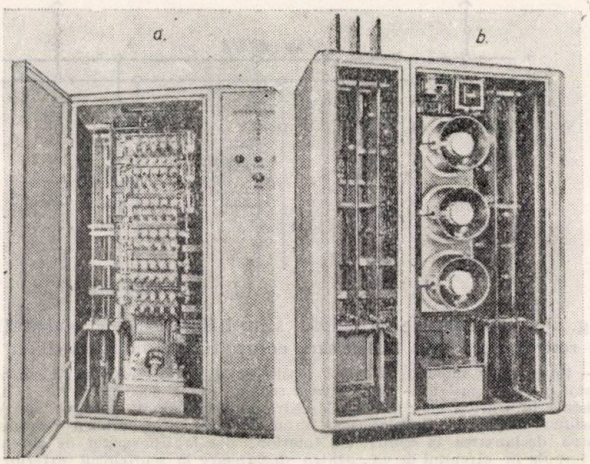


Fig. 6 *a* şi *b*. Dulapul metalic al redresorului.

Redresorul propriu-zis se remarcă prin construcţia sa simplă, robustă şi prin gabaritul mic. Un dulap metalic de 1 000 × 1 900 mm, de adîncime 700 mm, conţine în două compartimente separate toate părţile componente ale redresorului (fig. 6 [14]). În compartimentele de c.a. sînt aşezate pe verticală barele de c.a. racordate în partea lor inferioară la scurtcircuitor, precum şi instalaţiile de control şi semnalizare a defectelor interioare. Compartimentul de c.c. conţine cele 36 de diode cu siliciu, dispuse pe şase rînduri orizontale, corespunzător ramurilor punţii trifazate. Deoarece diodele cu siliciu prezintă o suprasarcină admisibilă relativ redusă, iar instalaţia trebuie să facă faţă şocurilor de sarcină inerente transportului electrificat, ea trebuie dimensionată, practic, pentru valoarea şocurilor care apar în mod normal în exploatare. Dacă curentul de sarcină ar fi constant şi deci diodele s-ar putea încărca cu curentul de 200 A, montajul examinat în punte cu cîte trei diode în paralel pe ramură ar putea debita un curent mediu redresat de 1 800 A. Deoarece tensiunea redresată necesară depăşeşte tensiunea inversă admisibilă pentru o diodă, ramurile punţii conţin cîte două grupe de diode legate în serie.

Blocurile de răcire a diodelor sînt fixate pe bare de cupru orizontale, care servesc în acelaşi timp şi drept legături transversale de curent. Barele colectoare de c.c. sînt aşezate, ca şi cele de c.a., tot pe verticală şi permit racordarea la acestea a legăturilor exterioare în partea superioară sau inferioară a dulapului.

Răcirea forţată cu aer se realizează cu trei ventilatoare axiale cu o putere de 200 W fiecare. Ventilatoarele sînt montate în peretele din spate al compartimentului de c.c., suprapuse pe verticală, răcind fiecare cîte 12 diode. Aerul rece se aspiră de sub dulap, prin orificii în pardoseală sau chiar din încăperea instalaţiei respective şi se evacuează cu o încălzire de 15—25°C, prin cele trei orificii din spatele dulapului. Aerul încălzit poate fi utilizat la încălzirea încăperii. La întreruperea curentului de aer de răcire, redresorul se deconectează pentru a se evita distrugerea diodelor prin supraîncălzire.

Tensiunea folosită pentru circuitele de comandă şi semnalizare este de 220 V, 50 Hz; aparatajul pentru automatizări, telecomandă şi telemăsură este alimentat tot în c.a. În acest fel substaţia nu necesită o sursă de c.a. separată, respectiv baterie de acumulatoare.

Realizarea şi comportarea practică a unor instalaţii de redresare cu semiconductori

În anul 1956 a fost realizată o instalaţie de redresare de 1 kA, 0,75 kV pentru troleibuze, formată din 36 de diode cu siliciu conectate într-o schemă de redresare în dublă stea. În perioada ianuarie 1959—aprilie 1960, o întreprindere electrotehnică elveţiană a construit trei instalaţii de redresare cu elemente cu germaniu pentru diferite întreprinderi electrochimice, cu următoarele valori ale curentului şi tensiunii redresate : 2 kA, 100 V (200 kW); 10 kA, 260 V (2 600 kW); 15 kA, 230 V (3 450 kW); 250 kA, 300 V [3]. Aceeaşi întreprindere, trecînd apoi din iunie 1960 la fabricarea în serie a elementelor redresoare cu siliciu, a echipat şi a pus în funcţiune în anii 1960—1961 o instalaţie pentru electroliza aluminiului de 10 kA, 400 V (4 000 kW), o substaţie de tracţiune de 1,25 kA, 0,825 kV (suprasarcină 100%, de 1 030 kW) şi o instalaţie într-o fabrică de aluminiu de 36 kA, 350 V (12 600 kW). În continuare, a fost începută construcţia unui număr mare de instalaţii de redresare cu elemente cu siliciu atît în ţările europene, cît şi în alte continente. În

general, este vorba de instalații de mare putere pentru electroliză industrială, la care se resimte în cea mai mare măsură eficiența economică a randamentului ridicat, realizat de către redresoarele cu semiconductori.

În asemenea instalații se ating, la tensiuni redresate de 0,85—0,9 kV, puteri în c.c. de 9 000 și 13 600 kW; la două instalații foarte mari s-au atins curenți de peste 100 kA, cu puteri de 30 000 și 60 000 kW.

Instalațiile care se află în exploatare s-au comportat toate în condiții foarte bune. În timp de doi ani de exploatare nu s-au înregistrat avarii sau defecte grave; avantajele tehnice au confirmat așteptările. Experiența acumulată arată că se deschid perspective largi de aplicație, în special redresorului cu siliciu, datorită căderii mici de tensiune în funcționare și tensiunii inverse mari pe care o admite.

Concluzii

În ultimii ani, diferitele tipuri de redresoare de putere au găsit o completare valoroasă prin redresoarele cu semiconductori, în special cu acelea care folosesc elemente cu siliciu.

În anumite domenii de aplicații, acestea îndeplinesc în mod optim cerințele impuse instalațiilor de redresare a curentului alternativ în c.c., în ceea ce privește randamentul și comportarea în exploatare, insensibilitatea la variații de temperatură în limite extrem de largi, lipsa pieselor mobile, dimensiunilor de gabarit mici și a simplității în construcție. Randamentul instalațiilor de redresare dotate cu diode cu siliciu este, de asemenea, superior celorlalte tipuri de redresoare, mai ales în domeniul tensiunilor redresate ridicate.

În transportul electric urban, redresorul cu siliciu începe să se afirme, în afara randamentului său bun, mai ales prin simplificarea instalațiilor de alimentare, printr-un gabarit mic, prin posibilitatea introducerii tehnicii noi prin trecerea la automatizare completă.

Inițial, cînd elementele cu siliciu au putut fi construite pentru tensiuni inverse de 50—100 V, s-a propus construirea unor mici substații supravoltoare care să îmbunătățească situația căderilor de tensiune în sectoarele îndepărtate de rețea. După ce în țările europene în ultimii doi ani a fost asimilată producția în serie a diodelor cu siliciu cu curenți nominali de 100—200 A și tensiuni inverse admisibile de 300—600 V, există actualmente elementele de construcție și condițiile tehnice care permit realizarea substațiilor de redresare cu tensiuni și curenți adecvați, ceruți de sistemul de alimentare a rețelei de contact respective. Despre eventualele perspective de folosire a redresorului cu siliciu comandat (tiratronul cu siliciu) nu se pot face încă prevederi, acesta fiind încă în curs de dezvoltare.

Comportarea favorabilă în exploatare a redresorului care folosește diode cu siliciu de putere și avantajele pe care le oferă deschid perspectivele introducerii și în țara noastră a acestei tehnici noi de redresare. În orașul Brașov s-a proiectat o substație de redresare de 1 kA folosind diode cu siliciu pentru alimentarea rețelei de contact a troleibuzelor la tensiunea de 0,825 kV; substația a intrat recent în exploatare.

Bibliografie

[1] *Avramescu, A.* Performanțele și aplicațiile industriale ale redresoarelor de putere cu semiconductori. In: Electrotehnica, **10**, 1962, nr. 2—3, p. 95—108.

[2] *Alper, S.* Ventile de putere cu germaniu și siliciu. In: Electrotehnica, **10**, nr. 2—3, 1962, p. 60—72.

[3] *Efremov, I. S.* ș.a. Despre folosirea redresoarelor cu semiconductori în economia națională. In: Electricestvo, **31**, nr. 1, 1960, p. 47—50.

[4] *Smorgonski, V. I.* Utilizarea redresoarelor puternice cu semiconductori în economia națională. In: Vestnik elektropromîșlennosti, **16**, nr. 8, 1960, p. 15—16.

[5] *Schulze, H.* Der Schutz von Silizium-Leistungsgleichrichtern. In: Elektrie, **16**, nr. 6, 1962, p. 181—184.

[6] *Klein, O.* Moderne Selengleichrichter. In: ETZ, Ausg. B 16, nr. 25, 1961, p. 665—671.

[7] *Mozes, G.* ș. a. Noi tipuri de celule redresoare cu seleniu. In: Electrotehnica, **10**, nr. 2—3, 1962, p. 72—86.

[8] *Reinhardt, G.* Kontaktgleichrichter für hohe Gleichspannungen zur Versorgung von Grosselektrolisen. În: AEG Mitteilungen **37**, nr. 11—12, 1957.

[9] * * * Kontaktgleichrichteranlagen. In: AEG Inf. -Mappe, **38**, nr. 11, sept. 1957.

[10] * * * Siliziumgleichrichter. BBC, august 1960.

[11] *Weisshaar, E.* Die Brown Boveri Silizium-Hochleistungsdiode. Siliziumgleichrichter.

[12] *Faust, W.* Betrieb und Schutz von Siliziumdioden.

[13] *Rollig, K.* Die Projektierung von Silizium-Gleichrichteranlagen.

[14] *Bean, Ch.* Die Konstruktion der Schränke für Siliziumgleichrichter.

[15] *Ruckstuhl, H.* Der Aufbau von Silizium-Gleichrichteranlagen.

[16] *Wasserrab, Th.* Die Anwendung der Brown Boveri Silizium-Hochleistungsventile.

[17] *Kleinmann, W.* Brown Boveri Siliziumgleichrichter für den Bahn-Betrieb der OEG, Mannheim.

[18] * * * Siemens-Schuckert Siliziumgleichrichter.

Notă: Pozițiile 11—17 reprezintă lucrări conținute în BBC Mitt., Bd. **48**, nr. 3—4, 1961.

Intrat în redacție la 11.II.1963

Izolarea și protejarea cablurilor și conductoarelor electrice cu materiale termoplastice și cauciucuri sintetice

Constantin Cruceru* — București

Introducerea materialelor plastice în construcția și fabricația cablurilor face progrese în toate țările industriale. Se prezintă performanțele acestor cabluri și aspecte din tehnologia de fabricație.

CZ 621.315.211.2.048.1:621.315.616

Cercetările tehnico-științifice efectuate în majoritatea țărilor din lume au fundamentat eficiența utilizării cauciucurilor sintetice (butilul, policloroprenul) și a materialelor termoplastice în industria de cabluri electrice.

Cablurile electrice clasice care se izolau cu hîrtie impregnată, cauciuc natural sau bumbac, și se îmbrăcau în cămașă de plumb armată cu benzi metalice, au fost înlocuite treptat cu noi construcții de cabluri și conductoare electrice izolate și protejate cu butil, policloropren sau materiale termoplastice, materiale care poartă numele generic de elastomeri sintetici.

Impuși de asimilarea unor cabluri și conductoare electrice cu clasă termică de izolație superioară și de diminuarea greutății acestora, elastomerii sintetici și-au dovedit repede superioritatea, prin proprietățile lor, ca materiale electroizolante și de protecție.

În prezent, majoritatea specialiștilor sînt de acord că este necesar să fie folosite în măsură mai mare noile materiale electroizolante.

Elastomerii naturali și sintetici (cauciucul natural, butilul, policloroprenul, polivinilul și polietilena) pot fi clasificați, pe bază de calificative, astfel: slab, mediocru, satisfăcător, bun, foarte bun sau excepțional, în funcție de calitățile lor electrice și mecanice.

În acest scop se prezintă, în tabelele 1 și 2, proprietățile elastomerilor utilizați în industria de cabluri și conductoare electrice. După cum se vede în tabela 1, fiecare proprietate fizică sau mecanică a elastomerilor considerați este caracterizată prin seria de numere 1, 2, 3, 4, 5 și 6, iar fiecare număr exprimă calificativul de comportare a particularităților fizice și mecanice, după cum urmează: 1 — comportarea slabă; 2 — comportarea mediocră; 3 — comportarea satisfăcătoare; 4 — comportarea bună; 5 — comportarea foarte bună; 6 — comportarea excepțională. Suma calificativelor pe verticală dă totaluri mai mari sau mai mici în funcție de calificativul pe proprietăți caracteristice.

Calificativele acordate elastomerilor sintetici aplicați actualmente în industria de cabluri electrice, din tabelele 1 și 2, sînt rezultatul unor îndelungate experiențe și cercetări.

Pînă nu de mult cauciucul natural era considerat materialul care avea o utilizare aproape exclusivă, atît ca material electroizolant, cît și ca material de protecție. Cercetările tehnice și științifice efectuate în industria chimică au permis obținerea unor elastomeri sintetici care, cu timpul, au depășit performanțele fizice și chimice ale cauciucului natural. S-au produs astfel de elastomeri sintetici ca butilul, policloroprenul, polivinilul, polietilena etc. Experiența arată că butilul și policloroprenul se comportă mai bine decît cauciucul natural la îmbătrînirea prin căldură, la acțiunea ozonului și la influența oxidantă a mediului ambiant. Folosite la izolarea și la protejarea cablurilor electrice pentru pompele submersibile sau a conductoarelor electrice pentru intemperii, butilul și policloroprenul au îmbunătățit sensibil calitatea acestora și și-au justificat economicitatea.

Butilul, clorura de polivinil și polietilena au factori de pierdere — tg δ — și constante dielectrice ε mult mai reduse decît cauciucul natural sau hîrtia.

Ele se comportă, de asemenea, bine la căldură, la intemperii și la acțiunea uleiurilor.

Toate aceste însușiri ale elastomerilor sintetici au determinat folosirea din ce în ce mai largă a acestora în industria de cabluri electrice.

Industria de cabluri electrice din țara noastră a obținut, de asemenea, rezultate deosebite prin asimilarea de noi produse cu performanțe tehnice și economice superioare, folosind elastomeri sintetici la izolarea și protejarea cablurilor și conductoarelor electrice.

Au fost asimilate numeroase produse de cabluri electrice pentru 380, 500, 700, 1 000 și 6 000 V, izolate cu cauciuc-butil, policloropren, polivinil sau polietilenă, printre care:

a) conductoare F 500, Af 500 (NGA) pentru tensiuni de serviciu pînă la 500 V;

b) conductoare pentru pompe submersibile izolate cu cauciuc-butil și policloropren (fig. 1);

c) cabluri de forță CP-ACP, izolate cu cauciuc sintetic și învelite în manta de plumb (fig. 2);

d) cabluri de forță CYYBI, izolate cu PCV și învelite în mantale de PCV (fig. 3).

* *C. Cruceru* este inginer șef la Fabrica de cabluri și materiale electroizolante din București.

*Tabela 1**

Proprietăţile diferiţilor elastomeri şi ale maselor plastice utilizate pentru izolarea cablurilor electrice

Denumirea caracteristicilor	Denumirea materialelor utilizate						
	cauciuc natural	cauciuc butadien stiren	cauciuc-butil	policloro-pren	butadien acrilonitric	clorură de polivinil	polietilenă
I. *Proprietăţi fizice şi chimice*							
Proprietăţile mecanice (alungirea şi sarcina de rupere)	4	2	2	6	2	1	3
Temperatura-limită de serviciu normal	3	3	4	4	5	3	3
Rezistenţa la flacără	1	1	1	6	1	6	1
Rezistenţa la îmbătrînire prin căldură	3	5	6	6	6	4	4
Rezistenţa la căldură	3	4	6	6	6	4	4
Comportarea la frig	6	4	5	4	4	4	5
Rezistenţa la absorbţia de apă	4	4	5	3	3	5	6
Rezistenţa la ozon	2	2	5	5	2	5	4
Rezistenţa la oxidare	4	4	6	6	4	6	4
Comportarea la deformare şi impulsiune	4	4	3	4	4	3	2
Total parţial	34	33	43	50	37	41	36
II. *Proprietăţi electrice*							
Rezistenţa de izolaţie	5	4	5	1	—	3	6
Rigiditatea dielectrică	6	4	4	2	1	4	6
Factorul de pierdere (tg δ)	4	4	5	1	—	2	6
Permitivitatea (E)	4	4	5	1	—	2	6
Total parţial	17	16	19	5	1	11	24
Total general	51	49	62	55	38	52	60

* Revue générale de l'électricité – organe du comité électrotechnique français, 45 anée, tom 70, no. 4, avril 1961.

*Tabela 2**

Proprietăţile diferiţilor elastomeri şi ale maselor plastice utilizate ca mantale de protecţie

Denumirea caracteristicilor	Denumirea materialelor						
	cauciuc natural	cauciuc butadien stiren	cauciuc-butil	policlo-ropren	butadien acrilonitric	clorură de polivinil	polietilenă
Proprietăţi mecanice (alungire, rupere)	6	2	2	6	2	1	3
Rezistenţa la foc	1	1	1	6	1	6	1
Rezistenţa la căldură	3	5	6	6	6	4	4
Rezistenţa la îmbătrînire prin căldură	3	5	6	6	6	4	4
Comportarea la frig	6	4	5	4	4	4	5
Rezistenţa la absorbţia de apă	4	4	5	3	3	5	6
Rezistenţa la uleiuri	1	1	2	4	6	6	3
Rezistenţa la solvenţi	1	1	1	3	4	4	3
Rezistenţa la oxidare	4	4	6	6	4	6	4
Rezistenţa la soare şi intemperii	2	2	5	6	2	5	4
Rezistenţa la abraziune	4	4	4	4	4	5	5
Rezistenţa la sfîşiere	3	3	4	4	3	5	5
Comportarea la deformare şi compresiune	4	4	3	4	4	3	2
Total general	40	39	50	62	49	58	49

* Revue générale de l'électricité – organe du comité électrotechnique français, 45 anée, tom 70, no. 4, avril 1961.

Majoritatea conductoarelor electrice izolate și protejate cu elastomeri sintetici au proprietăți dielectrice mai bune și sînt mai ieftine decît

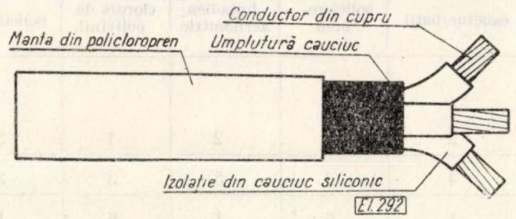


Fig. 1. Cablu de cupru cu izolație din cauciuc siliconic și manta de policloropren.

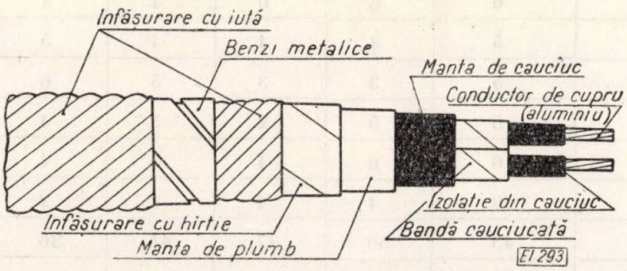


Fig. 2. Cablu de cupru cu izolație din cauciuc, în manta de plumb armat, cu înveliș protector.

conductoarele izolate și protejate cu elastomeri naturali sau alte materiale. În locul conductoarelor pentru instalații fixe de tipul F 500, izolate cu cauciuc natural și îmbrăcate cu țesătură de bumbac, se construiesc, în prezent, conductoare izolate cu policlorură de vinil de tipul FY și ÀFY.

Cablurile electrice CPBI - ACPBI, izolate cu cauciuc natural pentru tensiunea de 1 000 V, sînt treptat înlocuite cu cabluri izolate cu PCV și învelite în cămașă de PCV, obținîndu-se astfel construcții de tipul CYYBI și ACYYBI (fig. 3).

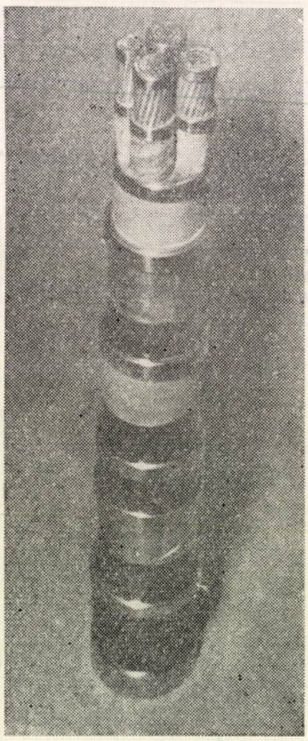


Fig. 3. Cabluri de forță cu patru faze tip CYYBI sau ACYYBI izolate și protejate cu PCV.

Acestea elimină complet plumbul din construcția cablului și permit astfel obținerea unor importante economii de plumb, care reprezintă circa 548 kg/km de plumb la secțiunea medie de 3 × 10 mm.

S-au asimilat, de asemenea, în țară conductoare sau cabluri electrice izolate sau protejate cu elastomeri sintetici, cum sînt : cablurile pentru pompe submersibile, cablurile pentru construcții navale, cabluri de semnalizare izolate în PCV etc.

1. Eficiența tehnică și economică a utilizării elastomerilor sintetici

1.1. Din punct de vedere tehnic, elastomerii sintetici utilizați în industria de cabluri electrice au, așa cum s-a arătat, proprietăți fizice și mecanice la nivelul cerințelor unor materiale electroizolante de bună calitate.

Pierderile în dielectric ale butilului vulcanizat la temperatura de 140°C sau ale cauciucului siliconic vulcanizat la temperatura de 150°C, în funcție de timpul de menținere în camera Weiss, sînt mult mai mici decît în cazul cauciucului natural vulcanizat (fig. 4). Menținînd un

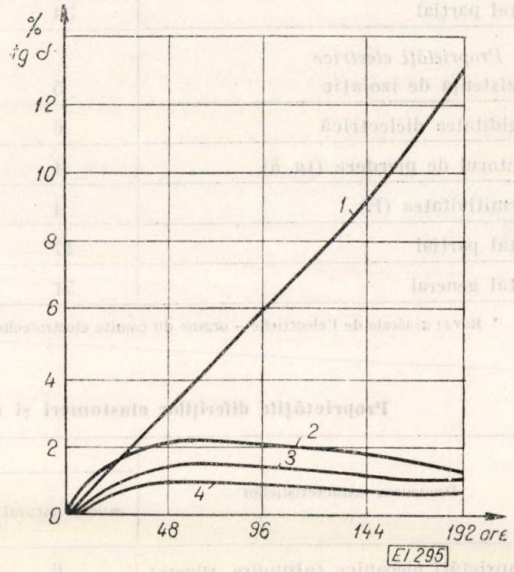


Fig. 4. Dependența tangentei unghiului de pierderi în dielectric (tg δ) de timpul de menținere la umiditate, la diferiți elastomeri :

1 – cauciuc nevulcanizat; *2* – cauciuc vulcanizat la 130°C; *3* – cauciuc -butil vulcanizat la 140°C; *4* – cauciuc siliconic vulcanizat la 150°C.

cablu în camera climatică, în aceleași condiții ca în cazul determinării tg δ, s-a stabilit că ε (constanta dielectrică) și rezistența electrică de volum ρ a cauciucului-butil sau siliconic sînt mult mai mici decît cele ale cauciucului natural (fig. 5 și 6).

Un rol deosebit în aprecierea elastomerilor sintetici cu care se izolează conductoarele electrice, în special în cazul butilului, îl au absorbția de apă și alungirea la rupere. Din experiențele efectuate în țară asupra cauciucului-butil s-a stabilit că, în comparație cu PCV sau cauciucul natural, butilul introdus în apă la 70°C absoarbe, după maximum 6—7 h, o cantitate

de apă de circa 1,5—2 mg/cm², în timp ce cauciucul natural absoarbe peste 10 mg/cm², adică de circa cinci ori mai mult, iar PCV, de peste zece ori (fig. 7).

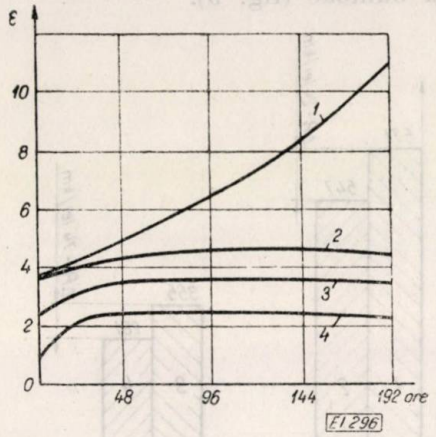


Fig. 5. Dependenţa constantei dielectrice ε de timpul de menţinere la umiditate, la diferiţi elastomeri:
1 – cauciuc nevulcanizat; *2* – cauciuc vulcanizat la 130°C; *3* – cauciuc-butil vulcanizat la 140°C; *4* – cauciuc siliconic vulcanizat la 150°C.

Variaţia alungirii la ruperea butilului este, de asemenea, mai bună, decît cea a cauciucului natural. S-au făcut experienţe în acest sens pe cabluri cu diferite secţiuni. În figura 8 sînt re-

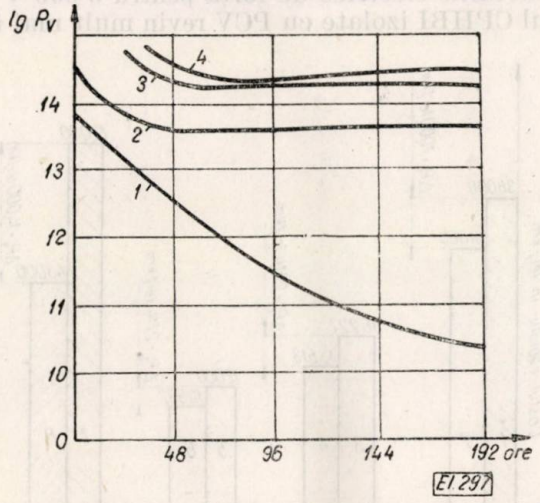


Fig. 6. Dependenţa rezistenţei de volum ρ_v de timpul de menţinere la umiditate, la diferiţi elastomeri:
1 – cauciuc nevulcanizat; *2* – cauciuc vulcanizat la 130°C; *3* – cauciuc-butil vulcanizat la 140°C; *4* – cauciuc siliconic vulcanizat la 150°C.

date curbele de variaţie a alungirii la rupere pentru un cablu cu secţiunea de 70 mm² şi grosimea radială de 7,5 mm butil, atunci cînd cablul este menţinut la diferite temperaturi (80 şi 121°C) şi intervale de timp. Din diagramă reiese că, în timp ce butilul la $t = 121$°C are o alungire de circa 250%, cauciucul natural are o alungire dublă (conform normelor tehnice).

Un elastomer sintetic valoros in industria de cabluri este polietilena folosită, îndeosebi, la cablurile de telecomunicaţii de înaltă frecvenţă. Proprietăţile ei fizico-mecanice o situează printre materialele electroizolante preferate la frecvenţe înalte (radio, televiziune etc.). În ta-

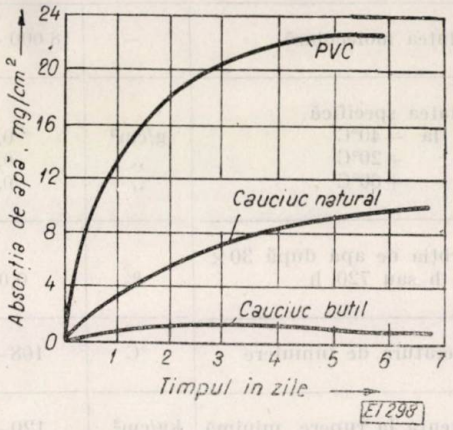


Fig. 7. Curbele de absorbţie a apei la diferiţi elastomeri şi la o temperatură a apei de 70°C.

bela 3 sînt redate unele proprietăţi ale acestui material. Se remarcă pierderile extrem de mici în dielectric tg $\delta = (2{,}4-4).10^{-4}$ la 1 MHz şi rezistenţa de volum mare $\rho_v = 10^{-17}$ ohm/cm.

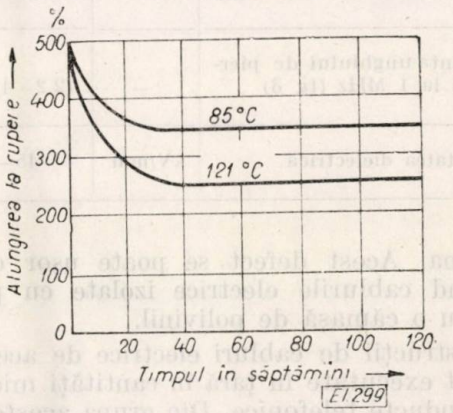


Fig. 8. Variaţia alungirii la rupere a izolaţiei unui cablu izolat cu cauciuc-butil pentru diferite temperaturi de funcţionare a cablului (80 şi 121°C). Cablul are secţiunea de 70 mm² şi grosimea radială a izolaţiei de 7,5 mm.

Deşi din punct de vedere electric polietilena are cele mai bune proprietăţi, totuşi nu trebuie neglijată poziţia sa de inferioritate, determinată de proprietăţile mecanice şi chimice.

Acest lucru se explică, în primul rînd, datorită temperaturii mici de înmuiere a polietilenei de 105—110°C, în timp ce alte materiale, cum sînt policlorura de vinil, cauciucul-butil şi cauciucul siliconic, îşi păstrează integral proprietăţile la 140—150°C. Mai mult chiar, cauciucul-butil are, din acest punct de vedere, proprietăţi superioare, deteriorîndu-se numai la temperaturi de circa 180—190°C.

Un alt neajuns al polietilenei este inflamabilitatea, comparîndu-se, sub acest aspect, cu

Tabela 3

Proprietățile fizico-mecanice și electrice ale polietilenei

Denumirea caracteristică	U/M	Mărimea
Greutatea moleculară	—	18 000 — 25 000
Greutatea specifică la −40°C +20°C +60°C	g/cm³ „ „	 0,95 0,92 0,89
Absorbția de apă după 30 × 24 h sau 720 h	%	0,035
Temperatura de înmuiere	°C	108—115°
Rezistența la rupere, minimă	kg/cm²	120—150
Alungirea la rupere	%	400—600
Rezistența de izolație	Ωcm	10^7
Permitivitatea la 1 MHz (E)	—	2,2—2,3
Tangența unghiului de pierderi la 1 MHz (tg δ)	—	(2,2—4) 10^{-4}
Rigiditatea dielectrică	kV/mm	45—60

parafina. Acest defect se poate ușor corecta învelind cablurile electrice izolate cu polietilenă cu o cămașă de polivinil.

Construcții de cabluri electrice de acest gen au fost executate în țară în cantități mici pentru conducte telefonice. Din grupa acestor produse urmează să fie trecute în fabricația de serie conductoarele telefonice pentru cădere paralelă și conductoarele izolate cu polietilenă pentru bobinajul electromotoarelor pompelor submersibile.

Toate acestea arată superioritatea tehnică a unor elastomeri sintetici care se folosesc cu succes la fabricarea cablurilor electrice.

1.2. Economia care se obține prin folosirea materialelor plastice la fabricarea conductoarelor și cablurilor electrice este apreciabilă.

În diagramele din figurile 9 și 10 sînt redate variațiile costurilor unor cabluri și conductoare electrice în funcție de materialele folosite. Astfel, conductoarele electrice pentru instalații fixe izolate cu PCV la secțiunile medii de 2,5 mm² costă 547 lei/km, în timp ce aceleași conductoare izolate cu cauciuc natural și țesute cu bumbac costă 571 lei/km. Economia obținută este de 24 lei/km. Conductoarele electrice de aluminiu izolate cu PCV la aceeași secțiune costă cu 74 lei/km mai puțin decît conductoarele electrice de aluminiu pentru instalații fixe izolate cu cauciuc și bumbac (fig. 9).

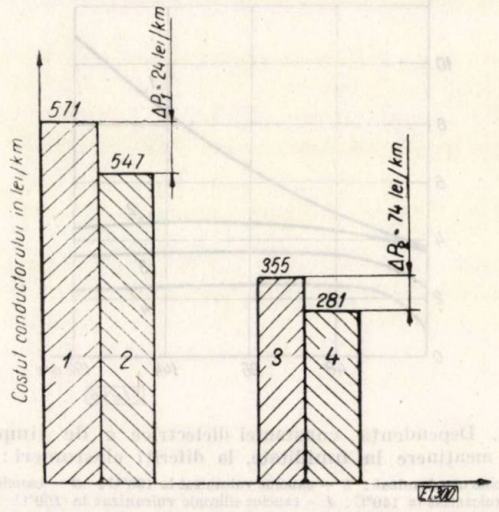


Fig. 9. Diagrama de variație a costurilor conductoarelor electrice izolate cu cauciuc natural și cu materiale plastice:
1 — conductoare de cupru pentru instalații fixe de tip F500 izolate cu cauciuc natural; *2* — conductoare de cupru pentru instalații fixe de tip FY izolate cu PCV; *3* — conductoare de aluminiu pentru instalații fixe de tip AF500 izolate cu cauciuc natural; *4* — conductoare de aluminiu pentru instalații fixe de tip AFY izolate cu PCV.

Cablurile electrice de forță pentru 6 000 V de tipul CPHBI izolate cu PCV revin mult mai ief-

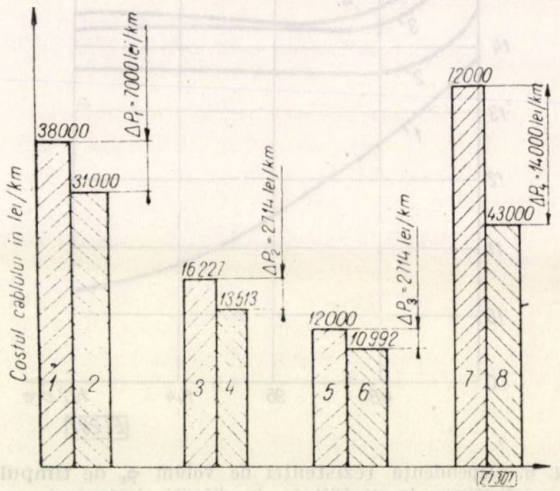


Fig. 10. Diagrama de variație a costurilor cablurilor electrice de forță, izolate cu cauciuc-butil, natural, cauciuc siliconic, cu hîrtie și cu materiale plastice:
1 — cabluri pentru pompe submersibile izolate cu cauciuc siliconic; *2* — cabluri pentru pompe submersibile izolate cu cauciuc-butil; *3* — cabluri de forță de tip CPBI (cu izolație de cauciuc natural în manta de plumb, armat și cu înveliș de protecție); *4* — cabluri de forță de tip CYYBI (cu izolație și manta de PCV, armat și cu înveliș de protecție) pentru 1 kV; *5* — cabluri de forță din aluminiu de tip ACPBI (cu izolație de cauciuc natural în manta de plumb, armat și cu înveliș de protecție); *6* — cabluri de forță din aluminiu de tip ACYYBI (cu izolație și manta din PCV armat și cu înveliș de protecție) de 1 kV; *7* — cabluri de forță de tip CHPBI (cu izolație de hîrtie și manta de plumb, armat și cu înveliș de protecție) pentru 1 kV; *8* — cablu de forță de tip CYYBI (cu izolație și manta din PCV, armat și cu înveliș de protecție).

tine. Astfel, cablul CPHBI 3 × 95 + 50 — — 6 kV, izolat cu hîrtie și îmbrăcat în manta de plumb, costă 72 000 lei/km, în timp ce ace-

lași cablu CYYBI, izolat în PCV, costă 43 000 lei/km, deci o economie de circa 14 000 lei/km (fig. $10_{7,8}$).

Asimilarea în țară a cablurilor electrice pentru pompe submersibile izolate cu butil a avut ca efect obținerea unei economii de circa 7 000 lei/km (fig. $10_{1,2}$).

Extinzînd utilizarea materialelor plastice în fabricația cablurilor de forță s-a obținut, în anul 1962, o economie de peste 1 400 t plumb și 200 t benzi de oțel.

2. Procedee tehnologice aplicate

Folosirea elastomerilor sintetici și a materialelor termoplastice în construcția de cabluri electrice elimină complet procedeele tehnologice de izolare la rece a sîrmei de cupru sau de aluminiu în cazul conductoarelor electrice pentru instalații fixe și mobile. Acest lucru este determinat de imperfecțiunea izolării la rece care creează numeroase dezizolări ale sîrmei în timpul fabricației și al exploatării.

Aceste dezizolări au loc, îndeosebi, la locul de lipire a cauciucului pe sîrma de cupru care nu se sudează perfect pe conductor.

Folosind elastomerii și materialele plastice s-a renunțat, de asemenea, la izolarea cu hîrtie a unor cabluri de semnalizare, măsură și control, ceea ce permite o sporire a productivității muncii cu cel puțin 60—80 %.

Un rol important la izolarea cablurilor și conductoarelor electrice cu elastomeri îl au instalațiile de extruzie pentru PCV și PET și extruderile cu vulcanizare continuă utilizate în cazul cauciucului-butil sau policloroprenului (fig. 11).

Instalațiile de izolare cu materiale plastice prin extruziune se compun din extruderul propriu-zis, tabloul de comandă, instalația de sincronizare a mișcării părților rotative, instalația de tracțiune și instalația de înrolare.

Agregatul de vulcanizare continuă a conductoarelor electrice (fig. 11) se compune din: extruderul de cauciuc, roata de tracțiune, tubul de vulcanizare, aparatul de încercare la tensiune și instalația de răcire (fig. 11).

Sîrma de cupru sau aluminiu se derulează de pe tambure și se izolează pe extruder (fig. 11_1), după care trece prin tubul de vulcanizare (fig. 11_6) în care circulă abur la 16—20 at și apoi se răcește cu apă în tub (fig. 11_8), după care se încearcă la tensiune cu aparatul de control (fig. 11_7) și se înrolează pe tambure.

Instalațiile de extrudere, folosite în cadrul tehnologiilor aplicate în țară la Fabrica de cabluri și materiale electroizolante pentru izolarea cablurilor electrice cu elastomeri sintetici, sînt prevăzute cu sisteme de acționare electrică pe principiul Ward Leonard (motor-generator) pentru a crea posibilitatea unui reglaj fin de viteză a cablului prin instalație și a se evita pericolul descentrării dornurilor și matrițelor, ceea ce ar provoca excentricități ale izolațiilor sau ale mantalelor de cauciuc natural, cauciuc-butil, polietilenă sau clorură de polivinil.

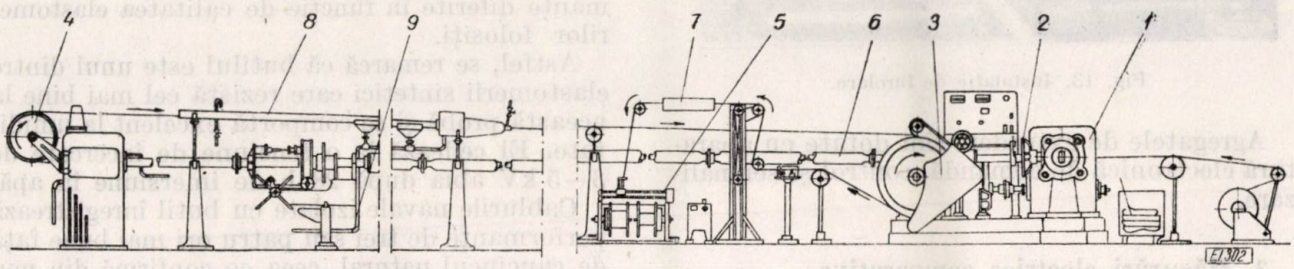


Fig. 11. Schema agregatului de izolare și de vulcanizare continuă a conductoarelor electrice:
1 — extruder de cauciuc; *2* — manivelă pentru reglarea aburului; *3* — roată de tracțiune; *4* — roată de întoarcere; *5* — instalație de înrolare; *6* — tub de vulcanizare continuă; *7* — aparat de încercare la tensiune în stare uscată a conductorului izolat; *8* — instalație pentru răcirea cu apă a conductorului izolat; *9* — conducta de aducțiune a apei.

În ultima vreme s-au introdus în fabricație dispozitive de reglaj automat al poziției relative dintre dornurile și matrițele sistemelor de centraj ale extruderilor care permit menținerea unei grosimi radiale constante a izolațiilor sau a mantalelor protectoare ale cablurilor sau conductoarelor electrice care se fabrică prin extruziune (fig. 12).

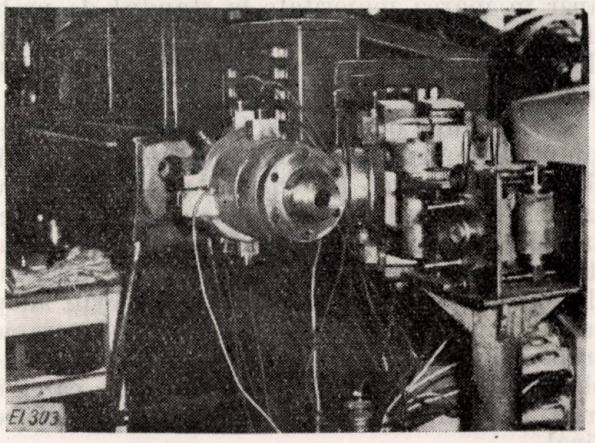


Fig. 12. Vederea frontală a dispozitivului de centraj la extruderele de PCV.

Pentru asigurarea unei tracțiuni constante în cablu și spre a etala spirele la înrolarea pe tambure în straturi uniforme se utilizează șenile de tracțiune cu autoreglaj și instalații de „du-tevino" la înrolare (fig. 13).

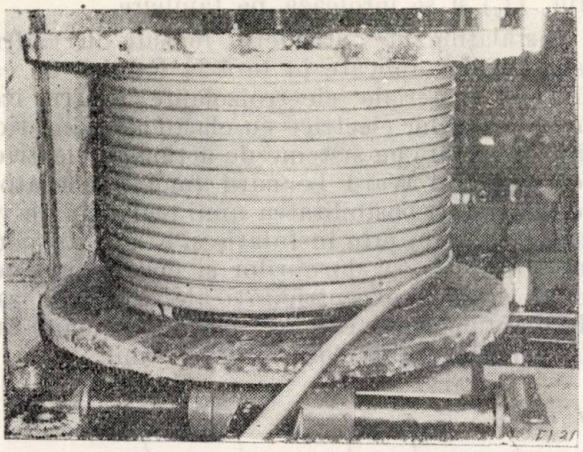


Fig. 13. Instalație de înrolare.

Agregatele de extrudere sînt dotate cu aparatură electronică de comandă, control și semnalizare.

3. Măsurări electrice comparative

Măsurările care se efectuează asupra cablurilor și conductoarelor electrice izolate cu elastomeri sintetici sau materiale plastice trebuie să scoată în evidență comportarea acestora la tensiune în funcție de calitatea materialului ales și de procesul tehnologic adoptat.

Pentru a se evita defecțiunile calitative care apar în marea majoritate la standul de probă finală a conductoarelor s-au adoptat instalații de încercare cu acțiune continuă direct pe fluxul tehnologic.

Astfel, după operația de izolare cu elastomeri sintetici pe agregatele de extrudere, se face, în flux, și încercarea la tensiune a conductorului izolat. În cazul apariției unei defecțiuni, întregul agregat se oprește, iar reparația la locul defectat se face imediat, după care aparatul de extrudere își reia funcționarea. Prin adoptarea acestui procedeu de măsură a parametrilor electrici ai cablului în flux cu izolarea se elimină cel puțin 80% din defectele care, în mod normal, apăreau la punctul de control final.

O serie de măsurări electrice se fac direct pe materiale, înainte de a fi puse în funcțiune. Astfel se procedează cu toți elastomerii folosiți (butilul, policloroprenul, PCV, polietilena). Se încearcă, în primul rînd, alungirea și comportarea în camera climatică. Aceasta este impusă și de faptul că o parte din cabluri se exportă.

Una dintre măsurările căreia i se acordă atenție este aceea a verificării rezistenței de izolament care trebuie să fie corespunzătoare normelor în cazul cînd cablul este scufundat în baia de apă cel puțin cîteva ore:

a) pentru cabluri și conductoare de semnalizare:

— izolate cu PCV	12 h
— izolate cu cauciuc natural	8 h

b) pentru cabluri navale:

— izolate cu cauciuc natural	8 h
— izolate cu butil și protejate cu neopren	18—28 h

c) pentru conexiune:

— izolate cu cauciuc natural	6 h
— izolate cu cauciuc-butil	24 h

Experiența arată că, în comparație cu diferite tipuri de elastomeri, s-au obținut performanțe diferite în funcție de calitatea elastomerilor folosiți.

Astfel, se remarcă că butilul este unul dintre elastomerii sintetici care rezistă cel mai bine la această probă și se comportă excelent la umiditate. El cedează la o tensiune de încercare de 3—5 kV abia după 28 h de imersiune în apă.

Cablurile navale izolate cu butil înregistrează performanțe de trei sau patru ori mai bune față de cauciucul natural, ceea ce confirmă din nou calitățile superioare ale acestui material electroizolant.

Polivinilul are condiții mai bune de comportare, pentru cablurile de semnalizare, față de cauciucul natural. Astfel, PCV rezistă la tensiunea de 2—3 kV după o ședere în apă de cel puțin 12 h, în timp ce cauciucul natural cedează la aceeași tensiune de încercare după 8 h.

Rezultatele obținute la măsurările comparative au permis orientarea despre comportarea la umezeală de lungă durată a diferitelor tipuri de conductoare. În funcție de această probă s-au îmbunătățit rețelele de plastic preparate cu diferite tipuri de elastomeri sintetici și s-au luat măsuri corespunzătoare în tehnologie.

Concluzii

Considerațiile cuprinse în lucrare au relevat:

— superioritatea tehnică și economică a elastomerilor sintetici față de unele materiale clasice, utilizate pînă în prezent în industria conductoarelor și a cablurilor electrice;

— utilizarea elastomerilor sintetici ca materiale de înaltă clasă termică și oportunitatea folosirii acestora pentru fabricarea cablurilor electrice;

— extinderea domeniului de folosire a unor cabluri și conductoare electrice în condiții de exploatare grele (pompe submersibile, cabluri navale etc.) prin utilizarea butilului, policloroprenului sau a materialelor plastice.

Bibliografie

[1] *Grodnev, I. I., Lakernik, R.M.* şi *Şarle, D.L.* Osnovî teorii i proizvodstva kabelei sviazi. Moscova, Gosenergoizdat, 1956.

[2] *Belorusov, N. I.* şi *Krasotkin, V. N.* Silovîe kabeli. Moscova, Gosenergoizdat, 1955.

[3] *Privizenţev, V A.* şi *Şarle, D. L.* Kabeli i provoda. Moscova, Gosenergoizdat, 1959.

[4] *Casasolles, A.* Materiale electroizolante moderne. In : Rev. gén. électr. **70**, nr. 4, 1961.

[5] *Răduleţ, R.* Enciclopedia materialelor electroizolante. In : Electrotehnica, nr. 1, 1962, p. 18—29.

[6] *Konstantinov, M. V.* Tehnologhia proizvodstva kabelnîh izdelii s rezinovoi izoliaţii. Moscova, Gosenergoizdat, 1951.

[7] *Smirnov, N. I.* Sinteticeskie kauciuki. Moscova, Goshimizdat, 1949.

[8] *Lepetov, B. A.* Proizvodstvo rezinovîh tehniceskih izdelii. Moscova, Goshimizdat, 1946.

Intrat în redacţie la 19.I.1963

Relaţie pentru aprecierea gradului de pîlpîire la sistemele de iluminat fluorescent

Grigore A. Cividjian*—Craiova

Pîlpîirea şi efectul stroboscopic al noilor surse de lumină fluorescentă preocupă pe specialişti în vederea reducerii acestor efecte şi posibilităţii de a beneficia din plin de avantajele mari ale lămpilor fluorescente moderne. Se dă o metodă de calcul al acestor efecte, bazată pe relaţii fizice.

CZ 621.327.311 :628.931.033.4

Una dintre problemele importante care se pun la realizarea unui sistem de iluminat fluorescent constă în reducerea pîlpîirii iluminării, pîlpîire care dă naştere „efectului stroboscopic". Acest efect este dăunător nu numai în industrie, unde poate provoca accidente, dar şi în spaţiile publice şi civile, în care constituie un fenomen foarte supărător.

În acest scop se foloseşte decalarea fluxurilor luminoase produse de diferite surse care iluminează acelaşi element de suprafaţă, ceea ce se obţine fie prin montarea lămpilor pe faze diferite ale reţelei trifazice, fie prin cunoscutele montaje „duo" [1], [2], [3], fie, în sfîrşit, prin montarea pe faze diferite a corpurilor de iluminat cu montaj „duo".

Fiecare dintre aceste sisteme are avantaje şi dezavantaje care fac rentabil, în diferite situaţii, unul sau altul din sisteme.

Astfel, de exemplu, în cazul circuitelor puţin încărcate, reţeaua trifazată este mai costisitoare şi poate fi justificată numai în cazul în care contribuie la reducerea substanţială a pîlpîirii.

Pentru a face o comparaţie justă între două sisteme de iluminat trebuie să se ţină seamă şi de gradul de pîlpîire a iluminării produse, ceea ce în prezent nu se poate face totdeauna corect, întrucît nu se cunosc decît cîteva date experimentale corespunzătoare unui număr insuficient de cazuri particulare.

Fluxul luminos al unei surse fluorescente se poate descompune într-o componentă constantă (egală cu valoarea medie a fluxului pe un număr întreg de perioade), şi o componentă variabilă care poate fi înlocuită cu o sinusoidă echivalentă (cu aceeaşi valoare eficientă).

Pentru aprecierea gradului de pîlpîire se va folosi raportul dintre amplitudinea sinusoidei echivalente a componentei variabile şi componenta constantă :

$$p = \frac{\sqrt{2}\, E_{ve}}{E_c}, \qquad (1)$$

unde :

E_{ve} este valoarea eficientă a componentei variabile a iluminării ;

E_c — componenta constantă a iluminării.

În continuare se propune o relaţie pentru gradul de pîlpîire a iluminării produse de trei surse cu fluxurile decalate, care poate servi şi pentru aprecierea intensităţii efectului stroboscopic aproape în toate cazurile întîlnite în practică. Prin „sursă" vom înţelege totalitatea lămpilor ale căror fluxuri luminoase sînt în aceeaşi fază.

Variaţia fluxului unei lămpi fluorescente se poate considera, cu suficientă precizie, sinusoidală [2], (anexa).

În acest caz, iluminările instantanee produse de cele trei surse se pot scrie sub forma :

$$\begin{aligned} e_1 &= E_1 + p_1 E_1 \cos 2\,\omega t\,; \\ e_2 &= E_2 + p_2 E_2 \cos 2\,(\omega t + \varphi_{12})\,; \\ e_3 &= E_3 + p_3 E_3 \cos 2\,(\omega t + \varphi_{13}), \end{aligned} \qquad (2)$$

* *Gr. A. Cividjian* este inginer proiectant la DSAPC—Oltenia.

unde :

e_i este iluminarea instantanee produsă de sursa i pe elementul de suprafață considerat, lx ;
E_i — iluminarea medie produsă de sursa i, lx ;
p_i — pîlpîirea fluxului luminos la sursa i ;
φ_{ik} — decalajul între curenții surselor k și i ;
ω — pulsația tensiunii de alimentare.

Iluminarea totală instantanee se poate scrie sub forma :

$$e = E_c + E_v \cos(2\omega t + \gamma), \tag{3}$$

unde :

$$E_c = E_1 + E_2 + E_3 \tag{4}$$

este componenta constantă a iluminării ;

$$E_v = [(p_1E_1 + p_2E_2 + p_3E_3)^2 - 4(p_1p_2E_1E_2 \sin^2\varphi_{12} + p_2p_3E_2E_3 \sin^2\varphi_{23} + p_3p_1E_3E_1 \sin^2\varphi_{31})]^{1/2} \tag{4'}$$

este amplitudinea componentei variabile a iluminării, iar γ este decalajul de fază între e_1 și e.

Pîlpîirea iluminării rezultante este dată de relația :

$$p = \frac{E_v}{E_c} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^{3} p_i E_i\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^{3} E_i\right)^2} - 4\frac{\sum_{i,k=1}^{3} p_i p_k E_i E_k \sin^2\varphi_{ik}}{\left(\sum_{i=1}^{3} E_i\right)^2}}. \tag{5}$$

De obicei, lămpile celor trei surse sînt cu același tip de luminofor (lumină albă, lumina zilei etc.) și în acest caz pulsația fluxului luminos, la fiecare sursă în parte, este aceeași pentru toate sursele :

$$p_1 = p_2 = p_3 = p_s .$$

În acest caz (al lămpilor de aceeași „culoare"), pulsația (5) devine :

$$p = p_s \sqrt{1 - 4\frac{\sum_{i,k=1}^{3} E_i E_k \sin^2\varphi_{ik}}{\left(\sum_{i=1}^{3} E_i\right)^2}}. \tag{5'}$$

În cazul lămpilor montate pe cele trei faze ale unei rețele trifazate

$$\sin\varphi_{ik} = \sin\frac{2\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2},$$

și relația (5') devine :

$$p = p_s \sqrt{1 - 3\frac{E_1E_2 + E_2E_3 + E_3E_1}{(E_1 + E_2 + E_3)^2}}. \tag{5''}$$

Se vor analiza cîteva cazuri mai des întîlnite :

a. Cazul a trei lămpi alăturate montate pe cele trei faze.

În acest caz, lămpile fiind foarte apropiate se poate considera :

$$E_1 = E_2 = E_3 ,$$

și din relația (5'') rezultă :

$$p = 0.$$

b. Cazul a două lămpi alăturate, montate pe două faze ale rețelei polifazate sau în montaj „duo" cu un decalaj φ al curenților.

În acest caz, în relația (5')

$$E_1 = E_2 = E ; \quad E_3 = 0, \quad \varphi_{12} = \varphi .$$

În cazul lămpilor montate pe două faze ale unei rețele trifazate simetrice sau în montaj „duo" obișnuit, cu decalaj de 120° al curenților, se obține :

$$p = p_s \cos\varphi . \tag{6}$$

Pentru un decalaj de 90° al curenților, relația (6) devine :

$$p = 0 .$$

c. Cazul tavanului format din șiruri paralele de corpuri de iluminat legate alternativ pe cele trei faze ale rețelei trifazate.

Dacă raportul dintre distanța dintre două lămpi consecutive și înălțimea de suspensie este sub 0,7, se poate considera că iluminarea de-a lungul șirurilor este constantă [1].

În acest caz, fiecare șir iluminos poate fi considerat ca fiind format din trei șiruri continue, suprapuse, echivalente cu cele trei grupe de lămpi montate pe cele trei faze, decalate unul față de altul cu distanța dintre două lămpi consecutive.

Iluminările produse de aceste șiruri echivalente la capătul șirurilor reale vor fi [4] :

$$E_1 = \frac{\Sigma a_i}{3t} ; \quad E_2 = \frac{\Sigma a_i}{3t}[1 - \tau_m(n)] ; \tag{7}$$

$$E_3 = \frac{\Sigma a_i}{3t}[1 - \tau_m(2n)] ;$$

$$\tau_m = \frac{n}{\sqrt{1+n^2}} ; \quad n = \frac{t}{h} \tag{8}$$

unde :

a_i este un coeficient care depinde de poziția șirului față de elementul de suprafață considerat ;
t — distanța la care sînt dispuse lămpile (pasul) ;
h — înălțimea de suspensie deasupra planului de lucru ;
τ_m — coeficientul „de scurtare" a șirului [4].

Pîlpîirea iluminării va fi :

$$p_c = p_s \frac{n\sqrt{8n^2 + 5 - 2\sqrt{(1+n^2)(1+4n^2)}}}{[3\sqrt{(1+n^2)(1+4n^2)} - n\sqrt{1+4n^2} - 2n\sqrt{1+n^2}]^2}. \tag{9}$$

Se observă că prin acest procedeu se poate reduce foarte mult pîlpîirea iluminării în încăperi suficient de înalte. Astfel, de exemplu, pentru:

$$n = \frac{t}{h} = 0{,}3$$

se obține

$$p_c\,(0{,}3) = 0{,}2\,p_s.$$

d. Cazul șirurilor paralele de corpuri de iluminat cu două lămpi în montaj „duo" legate alternativ la cele trei faze ale rețelei trifazate.

Considerînd decalajul dintre fluxurile celor două lămpi din corpul de iluminat de 120°, iluminările celor trei surse vor fi egale cu semisumele celor date de relațiile (7):

$$E_3' = 0{,}5\,(E_1 + E_2);\quad E_1' = 0{,}5\,(E_2 + E_3);$$
$$E_2' = 0{,}5\,(E_3 + E_1). \tag{10}$$

Înlocuind valorile date de (10) în relația (5'') se obține:

$$p_d = 0{,}5\,p_c. \tag{11}$$

În acest caz se observă că datorită montajului „duo" pulsația este de două ori mai mică decît în cazul precedent. Astfel, în încăperea indicată cu $n = 0{,}3$ se obține o pulsație: $p_d(0{,}3) = 0{,}1\,p_s$.

Confruntarea cu datele experimentale

În literatura de specialitate sînt indicate cîteva valori ale pulsației iluminării determinate experimental, pentru cîteva cazuri particulare.

Astfel, în lucrarea [2] se dau valorile pîlpîirii pentru lămpi sovietice în montaj simplu și „duo", iar în cadrul laboratorului de iluminat al ICSPM s-au efectuat o serie de măsurări privind gradul de pîlpîire pentru lămpile fluorescente de tip Electrofar (ing. N. Rosenberg).

În tabela 1 se confruntă aceste valori cu cele determinate prin formulele (5'') și (6').

Tabela 1

Montajul	Valori calculate	Valori experimentale	Sursa	Eroare relativă
1. Trei lămpi alăturate de tip Electrofar PF 40 W/EE — montate pe trei faze	0	1,86%	ICSPM	—
2. Montaj „duo" cu decalaj de 120° al curenților, lămpi sovietice, lumină albă cu p_s = 35%	17,5%	16%	[2]	+10%
3. Montaj „duo" cu decalaj de 120° al curenților, lămpi lumina zilei cu p_s = 55%	27,5%	25%	[2]	+10%
4. Montaj „duo" lămpi tip Electrofar PF40 W/EE cu p_s = 20,7% cu condensator de 4 μF, deci unghi de decalaj al curenților de 114°	8,4%	7,6%	ICSPM	+10%

Se observă că formulele dau rezultate suficient de exacte pentru proiectare.

Relațiile stabilite mai sus pot fi utilizate și la alte distribuții de lămpi, permițînd compararea din punctul de vedere al efectului stroboscopic a diferitelor sisteme de iluminat.

Merită să fie studiată posibilitatea realizării montajului „duo" cu decalaj de 90° al curenților, caz în care se reduce foarte mult pîlpîirea.

Anexă

În funcție de „remanența" substanței fluorescente componența variabilă a fluxului se apropie de una dintre curbele:

$$\Phi_{v1} = \Phi_1 \cos 2\omega t; \tag{12}$$
$$\Phi_{v2} = \Phi_2 |\cos \omega t|. \tag{13}$$

Dezvoltînd relația (13) în serie Fourier se obține:

$$\Phi_{v2} = \frac{4}{\pi}\Phi_2\left[1 + \frac{\cos 2\omega t}{1\cdot 3} - \frac{\cos 4\omega t}{3\cdot 5} + \dots\right] \tag{13'}$$

sau, considerînd primul termen inclus în componenta constantă, componenta variabilă capătă forma:

$$\Phi_v = 3\Phi\left[\frac{\cos 2\omega t}{1\cdot 3} - \frac{\cos 4\omega t}{3\cdot 5} + \frac{\cos 6\omega t}{5\cdot 7} - \dots\right]. \tag{13''}$$

Se observă că prin limitarea la primul termen al dezvoltării (13'') se obține relația (12).

Pentru a aprecia eroarea ce se comite aproximînd relația (13) cu o sinusoidă, se va determina raportul dintre valorile eficiente ale primului termen al dezvoltării (13'') și ale întregii dezvoltări.

$$\delta = \frac{\sqrt{2}\,\Phi}{3\sqrt{2}\,\Phi\sqrt{\left(\frac{1}{1\cdot 3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3\cdot 5}\right)^2 + \dots}} = \frac{4}{3\sqrt{\pi^2 - 8}} \approx 0{,}975. \tag{14}$$

Eroarea fiind sub 2,5%, aproximația este pe deplin posibilă.

În adevăr, considerînd componenta variabilă de forma (13) în locul relației (5'), s-ar obține relația:

$$p_e = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} p_n^2}, \tag{15}$$

în care:

$$p_n = \frac{3\,p_s}{4n^2 - 1}\sqrt{1 - 4\,\frac{\sum_{i,k=1}^{3} E_i E_k \sin^2 n\,\varphi_{ik}}{\left(\sum_{i=1}^{3} E_i\right)^2}} \tag{16}$$

este pîlpîirea datorită termenului de ordinul n din dezvoltarea (13'').

Se observă că :

$$p_e = 3p_s\left\{\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(4n^2-1)^2} - 4\frac{\sum_{i,k=1}^{3}\left[E_i E_k \sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin^2 n\varphi_{ik}}{(4n^2-1)^2}\right]}{\left(\sum_{i=1}^{3}E_i\right)^2}\right\}^{1/2} < p_s\left[9\frac{\pi^2-8}{16} - 4\frac{\sum_{i,k=1}^{3}E_i E_k \sin^2\varphi_{ik}}{\left(\sum_{i=1}^{3}E_i\right)^2}\right]^{1/2} \quad (17)$$

Notînd cu p_1 pîlpîirea dată de primul termen al dezvoltării (13'') şi ţinînd seamă de (15) şi (17) se pot scrie inegalităţile :

$$1 < \frac{p_e}{p_1} < \sqrt{1+0{,}05\left(\frac{p_s}{p_1}\right)^2}. \quad (18)$$

Întrucît p_s este cel mult 0,55, practic, eroarea nu prezintă importanţă pentru p_1 mai mic decît $0{,}3\,p_s$, pentru care valoarea radicalului din (18) este de 1,25, adică suficient apropiată de unitate.

Se observă că şi în cazul compunerii iluminărilor eroarea datorită asimilării componentei variabile a fluxului cu o sinusoidă este, practic, neglijabilă.

Bibliografie

[1] *Lugovskoi, B. L.* Iluminatul fluorescent. Bucureşti, E.E.S., 1953 :

[2] * * * Spravocinaia kniga po svetotehnike, I. Moscova, Izd. AN — S.S.S.R., 1956.

[3] * * * Manualul inginerului electrician, V. Bucureşti, Ed. tehnică, 1957.

[4] *Cividjian, Gr., Puşcaşu, S.* şi *Wolf, M.* Calculul iluminărilor produse de izvoare liniare cu tuburi fluorescente. În : Electrotehnica, **9**, 1961, nr. 9, p. 311—316.

Intrat în redacţie la 11.VII.1963

RECENZII

CZ 621.316.13.027.6.001.12

A. Dejou, R. Pelissier: **L'évolution de la moyenne tension dans les réseaux de distribution d'électricité de France.** Rev. gén. électr. 46, 71, nr. 1, ian. 1962, p. 13—18, 3 tab.

Alegerea tensiunii nominale a reţelelor de distribuţie de medie tensiune s-a făcut în Franţa, înainte de naţionalizare, după criterii locale disparate. Astfel, la constituirea întreprinderii de stat Électricité de France în 1946 se numărau 25 de valori de tensiune între 2 şi 25 kV, din care 10 valori cu lungimi de reţea întrecînd 10 000 km. Planul de „normalizare din 1948" a prevăzut reducerea acestor valori la patru, şi anume 5,5 ; 10 ; 15 şi 20 kV cu posibilitatea suprapunerii unei reţele de 30 kV. Liniile cu tensiunea de 15 kV reprezentau în 1947, cu o cotă de 31% din total, grupa cea mai mare, ceea ce împreună cu alte avantaje a determinat alegerea ei ca tensiune medie preferenţială. În urma măsurilor de unificare a tensiunilor, în 1960, 85% din reţele au fost exploatate sub una din cele patru trepte de tensiune prevăzute. În acelaşi timp, multe reţele cu tensiuni cuprinse între 10 şi 15 kV au fost echipate treptat cu material de 15 kV, în vederea trecerii lor viitoare pe această treaptă de tensiune, care în 1962 cuprindea 52% din totalul reţelelor de medie tensiune. Cablurile subterane reprezentau circa 5% din totalul reţelelor de 15 kV şi 9% din toate reţelele de medie tensiune, circa 60% din cabluri avînd tensiuni nominale mai mici decît 15 kV.

Unificarea tensiunilor s-a urmărit concomitent cu alte tendinţe moderne, în speţă cu posibilitatea reducerii nivelului izolaţiilor, problemă care s-a impus cu precădere în ultimul timp, mai ales după ce s-a constatat că reţelele de medie tensiune dispun de o marjă considerabilă între nivelul de izolaţie şi tensiunea maximă de serviciu. Dintre două soluţii posibile : a) de a reduce nivelul de izolaţie a echipamentului de 15 kV, ceea ce reduce preţul de cost şi investiţiile necesare în viitor şi b) de a creşte, la acelaşi nivel de izolaţie, tensiunea reţelei de la 15 la 20 kV mărind puterea transmisă, atît a echipamentului de instalat în viitor, cît şi a celui existent, s-a ales, după studii detaliate şi mature chibzuinţe, a doua soluţie. În consecinţă s-au întreprins încercări minuţioase pentru a constata în ce măsură echipamentul existent de 15 kV îşi modifică performanţele la 20 kV. Astfel s-a aflat că întreruptoarele construite în ultimii zece ani îşi menţin puterea de rupere garantată, modificări neesenţiale impunîndu-se doar în anumite cazuri. Marja de siguranţă suficientă pînă la nivelul de izolaţie justifică menţinerea acesteia la valoarea de 95 kV şi pentru echipamentul nou de 20 kV. Tensiunea de încercare dielectrică la 50 Hz a fost majorată însă de la valoarea relativ joasă de 38 kV la 45 kV, valoare admisă şi de CEI, această majorare neantrenînd majorarea gabaritelor. In schimb, cablurile de 15 kV nu se pot trece la treapta de 20 kV fără a conta pe o reducere la cel mult zece ani a duratei de viaţă, cutiile de joncţiune şi capetele de cablu fiind chiar mai sensibile şi trebuind, în general, să se înlocuiască. S-a trecut la 20 kV o reţea regională şi după un an de experienţă în exploatare s-au confirmat previziunile. Neutrul reţelei a fost totuşi pus la pămînt, după ce s-au luat măsurile necesare de modificare a protecţiei, dar s-a stabilit că în viitor şi reţelele cu neutrul izolat se vor exploata în aceleaşi condiţii de izolaţie. Toate transformatoarele se comandă în prezent pentru clasa de izolaţie de 20 kV, înfăşurările fiind temporar executate pentru 15 kV.

Dacă se impune concomitent cu trecerea la 20 kV o reducere a pierderilor relative, respectiv menţinerea curentului maxim, puterea transmisibilă creşte, proporţional cu tensiunea, cu 33%, iar dacă se ia drept criteriu menţinerea căderilor de tensiune admisibile pe linii, capacitatea de transport creşte cu pătratul tensiunii, deci cu 77%, putînd a face faţă timp de 4—8 ani ritmului obişnuit (în Franţa) de creştere a puterilor. Astfel, lucrările de întărire a reţelei se pot amîna cu atîţi ani prin simpla trecere la treapta superioară de tensiune. S-a stabilit costul acestei treceri pe unitatea de lungime, cheltuielile trebuind, natural, să se facă înainte de trecere, beneficiul fiind exigibil numai în anii următori. Totuşi, se poate asigura o rentabilitate cu 10% mai mare decît în toate celelalte soluţii.

Avînd în vedere aceste avantaje, s-a hotărît a se generaliza treapta de tensiune unică de 20 kV, trecînd treptat toate reţelele cu tensiuni mai mici sau mai mari pe această treaptă. Unificarea se va face destul de repede pentru reţelele aeriene şi mai încet pentru cele în cabluri.

Experienţa cîştigată în reţelele din Franţa are mare importanţă pentru electrificarea regională din ţara noastră, deoarece multe linii de 15 kV au ajuns la limita capacităţii de transport în urma industrializării regionale şi agricole sau nu mai permit transportul puterii cu o cădere admisibilă de tensiune la distanţe mai mari. Prin trecerea la treapta supe-

rioară de 20 kV s-ar putea, cu cheltuieli relativ mici, remania aceste situații deficitare. Cu această ocazie este util a cunoaște experiența altor țări în această materie, ținînd, bineînțeles, seamă de diferențele în condițiile locale respective.

Dr. ing. *A. Avramescu*

CZ 621.312 : 621.382 + 621.39

Colectiv V. Stănescu. **Tehnologia generală în industria electronică.** București, Editura tehnică, 1963.

Dezvoltarea industriei electronice din R.P.R. ridică probleme deosebit de importante cu privire la îmbunătățirea procesului de fabricație. Varietatea materialelor utilizate, tendința de miniaturizare și de fabricare a blocurilor funcționale, fabricația de serie mare cu posibilitate de automatizare, problemele sporite de siguranță în funcționare imprimă cerințe speciale procedeelor tehnologice din industria electronică.

În literatura de specialitate se resimțea lipsa unei lucrări care să sintetizeze experiența din industria țării noastre și să reflecte stadiul de dezvoltare a proceselor tehnologice. Lucrarea „Tehnologia în industria electronică", apărută în Editura tehnică, răspunde acestei necesități. Este necesar de menționat faptul că lucrarea prezintă un interes mai larg, tratînd unele probleme care privesc și alte ramuri ale industriei, ca de exemplu industria electrotehnică și de mecanică fină, din domeniul automatizărilor complexe etc.

În lucrare se tratează procesele tehnologice preluate și adecvate din tehnologia generală și o parte din procesele tehnologice specifice industriei electronice. Problemele specifice ca tehnologia pieselor și subansamblurilor radioelectronice vor fi tratate în alte două lucrări care se află în curs de apariție la Editura tehnică.

În capitolul I se tratează probleme generale și se arată fazele de realizare a unui produs de la punerea în fabricație pînă la livrarea către beneficiar. Sînt date noțiunile fundamentale privind fazele de asimilare, documentația tehnică și circuitul de fabricație. Se analizează economicitatea construcției atît din punctul de vedere al fabricației, cît și din cel al exploatării, indicîndu-se căile pentru reducerea prețului de cost. În continuare, se subliniază importanța calității producției pentru asigurarea performanțelor impuse, preciziei și toleranțelor în vederea interșanjabilității, cît și problema prezentării produselor.

În capitolul al II-lea se tratează tehnologia prelucrării metalelor. La început se dau indicații generale în legătură cu precizia și productivitatea prelucrărilor cu formele de organizare a atelierelor și cu importanța controlului de calitate. Urmează o descriere a principalelor metale utilizate în industria electronică (fontă, oțel, cupru) și apoi se tratează procedeele de prelucrare, și anume : deformarea (forjarea, laminarea, trefilarea) ; așchierea (strunjirea, frezarea, rabotarea, găurirea, filetarea etc.) ; debitarea ; presarea la rece (stanțarea, îndoirea și ambutisarea). Se indică metode noi, procese tehnologice moderne și domenii de utilizare.

Capitolul se încheie cu descrierea principalelor tratamente termice (recoacere, normalizare, călire și revenire) indicîndu-se instalațiile de bază.

În capitolul al III-lea se tratează tehnologia prelucrării pulberilor metalice. După descrierea materialelor utilizate în metalurgia pulberilor, se tratează operațiile pregătitoare presării pulberilor (dozare-omogenizare). Urmează descrierea sinterizării și aplicațiile importante ale metalurgiei pulberilor (ferite și materiale magnetice dure). În capitolul al IV-lea se tratează tehnologia prelucrării materialelor electroizolante. Se descriu principalele materiale utilizate în industria electronică, și anume : materialele plastice, materialele ceramice, mica, azbestul, materialele fibroase și de turnare. Sînt date tabele privind compoziția materialelor, proprietățile caracteristice, domeniile de utilizare, foarte utile proiectantului de aparataj electronic. Urmează tratarea principalelor procese de prelucrare ca : deformarea la cald, stanțarea, presarea, cum și părțile caracteristice ale instalațiilor de bază (matrițe, dispozitive de injecție etc.).

În capitolul al V-lea se tratează acoperirile, fiind cunoscut faptul că durata de serviciu a aparatelor electronice este în mare parte determinată de rezistența materialelor la acțiunea agenților externi ; problema acoperirilor este tratată pe un spațiu suficient de larg. Principalele probleme tratate sînt : clasificarea acoperirilor ; descrierea operațiilor pregătitoare (degresarea, decaparea etc.) ; acoperirile galvanice (zincarea, cadmierea, nichelarea etc.) și utilajele aferente ; vopsirea și impregnarea. În acest capitol se face o serioasă analiză a condițiilor de exploatare a produsului, funcție de mediu, de factorii climatici și de agenții nocivi, indicîndu-se acoperirea adecvată pentru diverse situații. Sînt indicate compozițiile soluțiilor pentru diverse acoperiri și tratamente pregătitoare, valori optime pentru temperatură și timp. Aceste indicații sînt deosebit de utile specialiștilor din domeniul chimiei, constituind și un ajutor prețios la dezvoltarea secțiilor de finisaj din întreprinderi.

În capitolul al VI-lea se tratează tehnologia îmbinărilor mecanice, principalele probleme fiind acelea privind : îmbinările prin sudură, prin lipire și refulare ; îmbinările demontabile (șuruburi, pene etc.) ; îmbinările prin încleieri și chituire. Din acest capitol inginerii electroniști pot să-și însușească cunoștințe de un real folos cu privire la construcțiile mecanice robuste și adecvate producției de serie mare, la ușurința accesului la piese și demontări în timpul reparației, cum și la comoditatea în exploatare.

În capitolul al VII-lea se tratează tehnologia realizării cadranelor, scalelor și etichetelor. Se descriu procedeele tehnologice de realizare a semnelor în relief (aşchiere, presare etc.) și fără relief (tipărire, fotografiere, placare etc.). Domeniul de aplicație fiind specific industriei electronice (aparate digitale, panouri frontale, receptoare, televizoare) indicațiile sînt deosebit de utile.

În capitolul al VIII-lea se tratează materialele magnetice din punctul de vedere al compoziției, al prelucrărilor tratamentelor termice și al domeniilor de utilizare. Sînt descrișii factorii care influențează proprietățile magnetice, adaosurile favorabile, cum și impuritățile dăunătoare. Sînt descrise materialele cu utilizări deosebit de curente în industria electronică, cum sînt : aliajele fier-siliciu, aliajele de mare permeabilitate nichel-fier, aliajele aluminiu-nichel, feritele, materialele magnetice dure etc.

Se consideră că ar fi fost necesară o tratare mai amplă a proceselor tehnologice utilizate pentru obținerea de materiale magnetice cu un coeficient redus de temperatură, cu permeabilități reduse și cu stabilitate în timp, utilizate în aparatura de electronică industrială.

În ansamblu, lucrarea este utilă unui cerc larg de specialiști din metalurgie, chimie, electrotehnică, mecanică fină și electronică, atît tehnologi cît și proiectanți. Lucrarea va putea fi folositoare, de asemenea, și studenților din institutele de învățămînt tehnic.

Lucrarea este elaborată de un colectiv de specialiști cu o bogată experiență de uzină, în fața cărora s-au ridicat numeroase probleme tehnologice de fabricație, și care au consultat o vastă bibiliografie, în mare parte de dată recentă.

Ing. I. Alexiu

I. Pesty. **Elemente — acumulatoare** (Akkumulatorok — elemek). Budapesta, Müszaki könyvkiadó, 1962, 560 pag., 352 fig, 206 tab.

Problema obținerii unor surse de energie electrică pe bază de reacții electrochimice preocupă oamenii de știință de mai bine de o sută de ani, totuși importanța practică deosebită a acestora ia o amploare din ce în ce mai mare în zilele noastre. Acumulatoarele și diversele tipuri de baterii au devenit indispensabile pentru anumite domenii ale electrotehnicii și electronicii. Astfel, în transporturile auto, aviație, marină, electrocare, unele domenii de iluminat, telecomunicații, automatizări etc. este imposibil să se evite folosirea largă a acumulatoarelor sau a unor baterii.

Lucrarea cuprinde o introducere în care se dă o explicație sumară unor noțiuni și fenomene de bază legate de procesele care au loc în pilele primare și secundare, urmată de tratarea problemelor speciale în trei părți distincte destinate : acumulatoarelor, elementelor galvanice, surselor speciale de curent electric.

Partea întîi, „Acumulatoare", se extinde asupra acumulatoarelor de plumb, nichel și a celor de argint, accentul punîndu-se pe adîncirea problemelor legate de acumulatoarele de plumb.

Se descrie evoluţia diverselor tipuri de acumulatoare şi se expune teoria reacţiilor chimice şi electrochimice care au loc în procesul de formare şi funcţionare a acumulatoarelor. Legat de considerentele teoretice se dezbate şi problema capacităţii, duratei de înmagazinare, încărcare, descărcare etc. a acumulatoarelor.

Capitolul al III-lea este consacrat materiilor prime folosite la fabricarea acumulatoarelor de plumb, condiţiilor tehnice la care trebuie să corespundă şi metodelor de încercare a acestor materiale.

Capitolele V—VI prezintă pe larg procesul tehnologic de fabricaţie a acumulatoarelor de plumb, utilajele folosite, metodele de control, precum şi metodele de recuperare a plumbului metalic.

În continuare se tratează o serie de probleme legate de exploatarea, încercarea şi alegerea acumulatoarelor de plumb. De asemenea, sînt arătate rezultatele unor cercetări întreprinse în acest domeniu.

Capitolele VIII—IX sînt consacrate problemelor legate de încărcarea acumulatoarelor, instalaţiilor folosite pentru acest scop, precum şi defecţiunilor care pot apărea la acumulatoare şi metodele de înlăturare a acestor defecţiuni. Ultimele capitole privind acumulatoarele de plumb se ocupă cu metodele de separaţie a lor şi cu măsurile de protecţie a muncii pentru cei care lucrează în acest domeniu.

Trecînd la prezentarea acumulatoarelor de nichel sînt descrise materialele folosite în construcţia acestor tipuri de acumulatoare şi procesele care au loc în exploatarea lor.

După descrierea procesului tehnologic de fabricaţie şi a diverselor tipuri de acumulatoare alcaline se prezintă două cazuri concrete de fabricaţie, şi anume : aceea din R..P.U. şi aceea din Franţa. În cadrul acestui capitol se prezintă şi unele probleme ale microacumulatoarelor.

Prima parte, tratînd problemele acumulatoarelor, se încheie cu prezentarea succintă a stadiului cercetărilor în domeniul acumulatoarelor cu argint, precum şi a unor probleme legate de exploatarea lor.

Partea a doua a lucrării, „Elemente galvanice", urmează în general aceeaşi schemă ca şi partea întîi, adică prezentarea dezvoltării acestor tipuri de elemente, teoria reacţiilor chimice şi electrochimice, problemele legate de materii prime şi tehnologia de fabricaţie, tehnica măsurărilor.

Capitolul al VI-lea prezintă tipurile de elemente fabricate în R.P.U.

În încheierea acestei părţi sînt arătate progresele făcute în dezvoltarea elementelor galvanice şi sînt descrise unele tipuri moderne de elemente galvanice, cum sînt : Kiok Fry cu magneziu, Ruben-Mallory cu oxid de mercur, tipul indiu-mercur etc.

Partea a treia, avînd o extindere mai redusă faţă de cele precedente, tratează despre cele mai moderne surse de energie electrică, cum sînt pilele atomice, bateriile solare etc.

Capitolul al III-lea abordează problema regenerării economice a bateriilor uscate.

Sînt descrise cercetările făcute în vederea regenerării bateriilor uscate descărcate şi se fac aprecieri de ordin economic asupra posibilităţilor de aplicare a unor rezultate ale acestor cercetări.

Făcînd o apreciere generală asupra acestei lucrări, se poate afirma că ea tratează la un nivel superior numeroase probleme prezentînd interes pentru tehnicienii şi inginerii avînd preocupări în domeniul acumulatoarelor şi al pilelor galvanice.

V. Ivaşcu

CZ 621.316.3/9 : 620.197/199

Richter, M. şi Bartakova, B. **Tropicalizarea echipamentului electrotehnic** (Tropikalizaţia elektrooburdovania). Moscova, Gosenergoizdat, 1962, 400 pag., 311 fig., 107 tab., 573 ref. bibl.

Una dintre problemele principale ale tehnicii contemporane o constituie tropicalizarea echipamentului electrotehnic. Această problemă s-a ivit în ultimii ani ca urmare a dezvoltării economiilor ţărilor cu climat tropical din Asia şi Africa. Pentru industria electrotehnică furnizoare de echipament electrotehnic, studiul tropicalizării este foarte necesar şi, de aceea, în Cehoslovacia, ţară care exportă mult utilaj electrotehnic în ţările Asiei şi Africii, s-a pus problema efectuării de cercetări în acest domeniu. Inginerii Miroslav Richter şi Bernarda Bartakova, autorii lucrării, au efectuat cercetări în laboratoare şi în staţiunile experimentale din China şi India. Rezultatele muncii lor sînt expuse în lucrare.

Lucrările de cercetare au fost îndreptate în trei direcţii : în primul rînd s-au dezvoltat cercetările în domeniul materialelor izolante şi al metalelor. A doua direcţie de cercetare a fost în domeniul dezvoltării metodelor de încercări climatice de laborator, imitînd condiţiile climatice naturale. În sfîrşit cea de-a treia direcţie constă în încercarea materialelor, pieselor, ansamblurilor şi a aparatelor complete în condiţiile reale climatice, respectiv în staţiile din ţările tropicale.

Trebuie de menţionat că rezultatele lucrărilor de cercetare au servit ca material pentru organizarea unei comisii de lucru în cadrul C.E.I.

Primul capitol este denumit „climatologia electrotehnică", avînd caracterul de prezentare a acestei noi discipline tehnice. Întîi se face clasificarea regiunilor climatice şi trebuie să menţionăm că această clasificare stă la baza materialelor comisiei de lucru C.E.I. Se continuă cu enumerarea factorilor climatici care influenţează asupra echipamentului electrotehnic ; dintre cei mai importanţi enumerăm : temperatura ridicată a aerului, variaţiile bruşte ale temperaturii aerului, umiditatea mărită a aerului, salinitatea marină din aer, praful din stepă şi din deşerturi, microorganismele, factorii biologici, radiaţiile ultraviolete, radiaţiile infraroşii, presiunea scăzută a aerului, furtunile puternice etc.

Capitolul doi tratează problema higroscopicităţii dielectricilor. Schematic, acest capitol este împărţit în două grupe de paragrafe : primul grup, care tratează aspectele fizice generale ale higrocapacităţii, şi cel de-al doilea, care studiază influenţa higrocapacităţii asupra principalelor caracteristici dielectrice, şi anume : rezistivitatea de suprafaţă şi de volum, tangenta unghiului de pierderi, rigiditatea dielectrică şi tensiunea de ionizare. Este de menţionat că în aceste ultime paragrafe se prezintă relaţiile clasice ale dependenţei caracteristicilor dielectrice în funcţie de elementele componente ale dielectricilor. Verificarea acestor relaţii — în cazuri de umiditate mărită — se face experimental, prezentîndu-se diagramele respective.

Capitolul trei studiază coroziunea microbiană, prezentînd bazele morfologiei şi fiziologiei ciupercilor cu acţiune distructivă asupra materialelor izolante. Tot în acest capitol se tratează metodica de încercare a rezistenţei materialelor electrotehnice la acţiunea acestor ciuperci.

Capitolul patru se referă, în întregime, la metodele de încercări climatice şi la aparatajul de încercare. Din prezentarea capitolului se observă imediat că materialul, în cea mai mare parte, este rezultatul lucrărilor de cercetare efectuate de autori. După prezentarea metodelor de încercări, se prezintă utilajul folosit, şi anume : termostatele, hidrostatele, aparatajul universal pentru încercările climatice, camerele cu salinitate excesivă, camerele cu surse de radiaţii solare şi, în fine, camerele pentru încercarea rezistenţei la acţiunea ciupercilor. Ultimele paragrafe prezintă utilajul de reglare a parametrilor funcţionali ai aparatajului.

Capitolul cinci studiază acţiunea climatului asupra materialelor electrotehnice. Cum este şi firesc, majoritatea paragrafelor tratează materialele izolante. Considerăm că acest capitol poate fi prezentat cu mai mult material experimental şi că are un pronunţat caracter descriptiv.

De o importanţă deosebită pentru constructorii de echipament electrotehnic este capitolul şase care tratează tehnologia de protejare a echipamentului faţă de acţiunea climatului. Metodele sînt variate, şi anume : impregnarea şi acoperirea superficială a bobinajelor şi a materialelor izolante, folosirea fungicidelor, acoperiri de protecţie galvanică, acoperiri cu emailuri şi, în fine, ermetizarea perfectă a echipamentului electrotehnic.

Ultimul capitol tratează problema construcţiei echipamentului electrotehnic tropicalizat, care este împărţit în următoarele grupe de produse electrotehnice : aparataj electric de înaltă şi joasă tensiune, cu aparatajul de comutaţie respectiv, transformatoare, reţele electrice, maşini rotative, aparatură electronică şi instrumente de măsură şi, în fine, cabluri şi conductoare. Principiile generale constructive sînt urmă-

toarele : simplitatea construcției, dat fiind că în general în țările cu climat tropical nivelul cultural și tehnic este relativ mai scăzut și deci și tehnologia exploatării trebuie să fie îndeajuns de simplă. Apoi micșorarea puterii minimale, întrucît, din cauza temperaturilor ridicate, condițiile de transmisie a căldurii pe unitatea de volum sînt mai dificile. Alegerea materialelor trebuie să fie precedată de experimentări complexe. Distanțele de izolare trebuie alese ținînd seamă de condițiile specifice ale zonei climatice și, în fine, problema ventilației și a răcirii.

Această importantă lucrare are un caracter aproape unic în literatura tehnică mondială și a fost apreciată ca una dintre cele mai valoroase lucrări ale tehnicii cehoslovace.

Mai ales prin rezultatele experimentărilor, cartea este foarte utilă proiectanților și tehnologilor din industria noastră electrotehnică. Considerăm că, în economia cărții, capitolele dedicate construcției echipamentului electrotehnic ar fi trebuit să ocupe un spațiu mai mare. Autorii au vrut să prezinte la fiecare capitol bazele teoretice ale problemelor studiate și astfel se explică volumul mare al cărții, de aproape 400 pagini în format mare.

În concluzie se poate spune că această lucrare are o mare utilitate, devenind cartea de bază a constructorilor de echipament electrotehnic tropicalizat.

A. Bercu

REFERATE

621.312 *Industria electrotehnică*

CZ 621.312 : 621.314.2.002.2

Petrov G. N. **Sarcinile industriei de transformatoare** (Zadaci otecestvennovo transformatorostrovieniia). În : Vestnik elektroprom. 34, nr. 4, 1963, p. 1—3.

Dat fiind că pentru fiecare kilowatt de putere instalată în centralele electrice sînt necesari 7—9 kVA de transformatoare în sistemele electroenergetice, se pune problema realizării de serii unitare de transformatoare cu indici tehnico-economici îmbunătățiți. La fel se accentuează asupra folosirii tehnologiei corespunzătoare. Pentru transformatoarele de puteri mici se impune automatizarea completă sau parțială a procesului de fabricație. Se tratează problema folosirii tolelor din tablă laminată la rece, în scopul micșorării pierderilor și deci al reducerii gabaritelor.

Sînt necesare noi tipuri de transformatoare cu destinație specială : pentru redresoare cu mercur, pentru cuptoare electrice etc. Problema reglajului tensiunii sub sarcină, fără contacte, este privită în perspectivă și se cere continuarea cercetărilor în acest domeniu. Se arată tendința de creștere a puterii și a tensiunii pe unitate la transformatoare și, în special la autotransformatoare.

A.B.

621.313 *Mașini electrice*

CZ 621.313.3 + 621.165.3 — 752 : 531.32

Keen, R. M. și Carson, P. F. **Centrarea și asamblarea marilor agregate cu abur** (Alignment and assembly of large steam sets). În : Electrical rev. 172, nr. 9, mart. 1963, p. 343—346, 5 fig.

În articol se discută aspecte de natură mecanică, care influențează montarea corespunzătoare a marilor agregate turbogeneratoare, și se dau soluții pentru procesele care se analizează, astfel încît să se asigure o vibrație practic neglijabilă a lagărelor pe toată gama de turație a agregatului. În concepția de bază, la proiectarea și exploatarea unui agregat modern cu abur cu mai multe corpuri, un loc însemnat îl ocupă limitarea efectului de temperatură asupra tuturor pieselor de susținere, astfel încît să se micșoreze la minimum variațiile în înălțime provocate de gradientul general de temperatură. Aceste efecte pot constitui, în unele condiții, dificultăți la o centrare satisfăcătoare a mașinii între starea rece și cea caldă a agregatului. Se dau indicații privind fixarea agregatului de fundații și racordarea lui la conductele care leagă agregatul de celelalte instalații. După montarea carcasei inferioare a corpurilor și a lagărelor se centrează arborii, astfel încît să se realizeze săgețile naturale care duc la formarea curbei lănțișor a șirului de arbori. Se indică schema centrării arborilor ; un procedeu de centrare recomandat constă în măsurarea jocului axial și a jocului radial din semicuplele aceluiași cuplaj. Se arată metoda de lucru privind aplicarea procedeului de centrare descris. Vibrația lagărelor pe întreaga gamă de turații nu trebuie să depășească 30 μ la 50 Hz. Menținerea centrării corecte în decursul exploatării, în special la agregatele mari, se face prin tasarea fundațiilor. Se dau indicații practice privind realizarea interstițiilor dintre piesele statice și cele în mișcare și se arată modul în care se realizează centrarea rotoarelor.

A. C.

CZ 621.313.32.047.45.066.6

Nesterov, N. G. și Alexandrov, N. V. **Cu privire la contactul alunecător cu perii de pe inelele contact ale turbogeneratoarelor** (O scetacinom skolizrascem kontakte na kontaktnîe kalitah turbogheneratorov). În : Elektriceskie stanții 34, nr. 1, ian. 1963, p. 45—58, 4 fig., 3 ref. bibl.

Pe măsura creșterii puterii turbogeneratoarelor crește și puterea sursei de excitație. Pentru turbogeneratoare de ordinul a 300 MW, problema alimentării cu curent de excitație prin contact alunecător cu perie a putut fi rezolvată datorită sporirii numărului de perii pe inelul de contact. La curenți de excitație de 5 000 A, folosirea ansamblului de perii creează dificultăți în exploatare, întrucît la o densitate de curent din perie de 4 A/cm², la secțiunea de 22 × 30 mm², sînt necesare 400 de perii. Pentru amplasarea acestui număr de perii se folosesc șase inele de contact, cîte trei inele legate în paralel. Se poate folosi și un singur inel în locul celor trei, dar în acest caz dimensiunea axială a inelului trebuie să fie de ordinul a 500 mm. În prezent, construcțiile sistemelor de alimentare a rotorului cu curent de excitație se perfecționează prin folosirea curentului de excitație fără contact alunecător, sistem cunoscut și aplicat la mașini relativ mici, și prin sporirea densității de curent din perii pînă la 10—15 A/cm², obținîndu-se o simplificare de trei ori a numărului de perii față de cazul utilizării densității de curent de 4 A/cm². În articol se prezintă unele rezultate experimentale privind folosirea contactului alunecător și se fac considerații asupra cauzelor de scînteiere, de uzură a periilor și a inelelor, cu scopul propunerii unei densități sporite de curent din perii. Experiențele s-au efectuat cu un dispozitiv prevăzut cu două perii de contact avînd diametrul de 420 mm, iar dimensiunea suprafeței în direcția axială de 130 mm. Pe fiecare inel s-au instalat 50 de perii cu dimensiunile 22 × 30 × 60 mm ; rotația inelului s-a realizat cu un motor asincron cu turația de 2 970 rot/min. Curentul a fost furnizat de un agregat de joasă tensiune tip AND-5000/2500. La viteze periferice ale suprafețelor inelelor de contact ale turbogeneratoarelor de 70 m/s și la densitatea de 4 A/cm² apar scîntei. Jocul periei în portperie duce cu timpul la formarea unui joc de formă trapezoidală în care este aspirat aerul în rotația inelului. Datorită acestui strat de aer, curentul trece de la contactul alunecător spre perie prin descărcare în arc, ceea ce provoacă o uzură puternică între contact și perie. Metodele care permit reducerea jocului la o valoare minimă sînt : secționarea periei în părți separate și strierea sau filetarea suprafeței inelelor. În ambele cazuri, forța ascensională a periei scade brusc. Experiențele făcute prin filetarea unui inel cu canale de 3 mm, adînci de 1,5 mm, distanțate la 10 mm, au arătat că presiunea aerului din contactul alunecător, practic, nu există. Se indică gradul de uzură a periilor și a inelelor de contact în funcție de polaritate.

La efectuarea experienţelor cu inele cu suprafaţa continuă şi inele cu suprafaţa filetată s-a constat că la ultimele tipuri de inele uzura periilor negative este mai mică. Rezultă următoarele concluzii:

1. cercetările efectuate asupra contactului alunecător cu perie confirmă că, în anumite condiţii, între inel şi perie se formează un joc de formă trapezoidală;

2. dimensiunea tangenţială a periei trebuie să fie cît se poate de mică pentru reducerea efortului aerodinamic ascensional şi asigurarea funcţionării fără scîntei la viteze liniare mari ale inelului;

3. pentru densităţi de curent din perii de 10 A/cm² şi la viteze periferice ale inelului pînă la 70 m/s se recomandă, ca mijloc pentru îmbunătăţirea funcţionării contactului alunecător, executarea pe suprafaţa inelului a unui filet dreptunghiular;

4. la viteze periferice mari ale inelului, de ordinul 3 000 rot/min, este recomandabilă folosirea unor mărci moi de perii de tipul 611M sau EG-4;

5. pentru maşinile electrice la care inelele de contact dintr-un motiv oarecare nu pot fi filetate sau striate se recomandă folosirea periilor secţionate.

A.C.

CZ 621.313.3—81—752 : 621.317.39

Mattei, G. **Despre cîteva metode de măsurare a vibraţiilor folosite pentru supravegherea funcţionării turboalternatoarelor** (De quelques méthodes de mesures de vibration utilisées pour la surveillance du fonctionnement des turbo-alternateurs). In: Bul. ass. ing. Montefiore 76, nr. 2, 1963, p. 261—280, 13 fig.

Supravegherea automată a comportării maşinilor rotitoare în timpul funcţionării prin metoda măsurării vibraţiilor tinzînd să capete o largă răspîndire, se fac unele consideraţii asupra complexităţii sistemelor de măsurat, examinîndu-se critic metodele folosite, apoi se studiază amănunţit o metodă mai completă care foloseşte analiza automată a semnalelor în spectre de frecvenţă date de un traductor plasat convenabil, pentru aplicarea căreia este necesară aflarea funcţiilor de transfer mecanice ale sistemului.

Rezultatele măsurărilor se examinează atent, ţinîndu-se seamă de caracteristicile vibraţiilor proprii ale sistemului de măsură.

Metoda dezvoltată şi completată cu măsurări şi înregistrări de spectre de frecvenţă în 1/3 octavă poate permite detectarea imediată a naturii oricărei anomalii în funcţionarea maşinii şi identificarea organului defectat.

L.C.V.

CZ 621.313.3-81

Putz, W. **Mijloace corespunzătoare pentru eliminarea şi evitarea vibraţiilor mecanice inadmisibile ale turbogeneratoarelor** (Vermeidung und Beseitigung unzulässiger mechanischer Schwingungen von Turbogeneratoren). In: Rev. asoc. ing. Montefiore 76, nr. 2, 1963, p. 281—296, 14 fig.

Buna funcţionare a turbogeneratorului se poate controla măsurîndu-se vibraţiile pe paliere, conform directivelor V.D.I. 2056 ale A..I.A., amplitudinea vitezei vibraţiilor fiind factorul hotărîtor. Din tabloul prezentat reiese că: la viteze între 0,63 mm s^{-1} şi 1 mm s^{-1}, ale căror amplitudini sînt, la 50 Hz, respectiv mai mici decît 2μ şi 3,15 μ, maşina funcţionează foarte bine din punctul de vedere al vibraţiilor; la viteze între 1,6 şi 2,5 mm s^{-1}, respectiv amplitudini între 5μ şi 8μ, maşina funcţionează bine; la viteze cuprinse între 4 şi 10 mm, respectiv amplitudini între 12,5μ şi 31,5 μ, maşina mai poate fi folosită, iar cînd se constată viteze cuprinse între 16 şi 25 mm s^{-1}, respectiv amplitudini între 50 μ şi 80 μ, se vor lua imediat măsuri pentru eliminarea sursei de vibraţii, maşina nemaiputînd fi folosită în această stare. Arborele unui turbogenerator, sprijinindu-se pe mai multe paliere, prezintă mai multe viteze critice dintre care unele sînt mai mici decît viteza de serviciu, ceea ce arată că el are o slabă rigiditate din punctul de vedere al tehnicii vibraţiilor. Cele mai importante vibraţii datorindu-se fie dezechilibrului mecanic al rotorului, fie dezechilibrului unor inductoare care prezintă diferite tipuri de instabilităţi (electromecanice, termice etc.), se recomandă, printre altele, echilibrarea mecanică a rotorului la o viteză apropiată de 1 000 rot/min şi la viteza de serviciu, cum şi controlul repartiţiei simetrice a fluxului de gaze de răcire prin inductoarele bobinate cu conductoare care trebuie răcite direct.

L.V.

CZ 621.313.32.048.1.004.6 : 612.315.614

Peter, J. **Studiul îmbătrînirii bobinajelor statorice** (Alterungsversuche an Statoricklungsstäben). In: Bul. ass. ing. Montefiore 76, nr. 2, 1963, p. 216—258, 38 fig., 8 ref. bibl.

Se prezintă cauzele deteriorării izolaţiilor maşinilor electrice mari, clasificate în trei categorii principale: termomecanice, chimice şi electrice. Căldura are un efect de accelerare în toate aceste procese. Are o deosebită importanţă asupra studiului alegerea metodelor de încercare, respectiv de îmbătrînire artificială. Încercările de îmbătrînire termomecanice au loc în segmente statorice, iar cele de încălzire, de tensiune şi de ionizare, în autoclave speciale.

Se prezintă instalaţiile speciale pentru studiul îmbătrînirii accelerate termomecanice realizate de către firma „Oerlikon". Sînt date rezultatele cercetărilor comparative asupra sistemelor de izolaţii realizate cu şelac, răşini termoplastice, oleobituminoase şi răşini sintetice termorigide. Se arată că izolaţiile cu şelac şi răşini oleobituminoase au deficienţe termomecanice şi nu pot depăşi clasa de izolaţie B. Cît priveşte izolaţiile realizate cu benzi de hîrtie de mică şi impregnate în răşini epoxidice, acestea au foarte bune caracteristici termomecanice. Izolaţia continuă „Orlitsa" este corespunzătoare pentru clasa de izolaţie B. Rezistenţa termomecanică este foarte bună. Izolaţia cu teacă „Orlitsa" poate fi folosită la o clasă de izolaţie superioară, respectiv F. Totuşi, datorită stabilităţii dielectrice scăzute, această izolaţie este limitată să fie folosită la maşinile de tensiune medie. Pentru maşinile mari sînt indicate izolaţiile „Orlitherme". Se mai arată că o izolaţie care să satisfacă toate exigenţele clasei de izolaţie B este realizată cu următoarea schemă: hîrtie sau bandă de mică pe suport de hîrtie sau ţesătură din poliesteri, iar pentru a trece la clasa F se cere numai folosirea suportului din ţesătură de sticlă.

A.B.

CZ 621.313.32.048.1.004.6 : 621.315.614

Rothert, H. **Îmbătrînirea izolaţiilor maşinilor electrice de înaltă tensiune şi influenţa asupra exploatării** (Die Alterung von Hochspannungsmaschinen und ihr Einfluss auf den Betrieb). In: Bul. ass. ing. Montefiore 76, nr. 2, 1963, p. 193—215, 14 fig., 30 ref. bibl.

În urma creşterii puterilor şi tensiunilor pe unitate la maşinile electrice mari, problema izolării lor a devenit mai complexă. Pentru dimensionarea şi alegerea justă a materialelor izolării se consideră că studiul îmbătrînirii izolaţiei este indispensabil. În acest sens, studiul este axat în două direcţii: a) studiul izolaţiei supuse îmbătrînirii normale, respectiv al maşinilor care au fost în exploatare, şi b) încărcarea epruvetelor de bobinaje supuse unor regimuri de îmbătrînire artificială. Se prezintă o metodă nouă pentru estimarea duratei de viaţă a materialelor izolante, analizîndu-se comparativ această metodă cu cele clasice.

Studiul pierderilor dielectrice este aprofundat, arătîndu-se importanţa lui în special la variaţii termice. În acelaşi timp se arată că numai studiul tg δ nu este suficient pentru aprecierea stării izolaţiei. Sînt necesare măsurări asupra caracteristicilor termomecanice ale izolaţiei. Pînă în prezent se foloseau în tehnica izolaţiei materiale de impregnare pe bază de răşini termoplastice, care însă din punct de vedere termomecanic nu-şi păstrau stabilitatea în timp. Din această cauză s-a trecut la folosirea răşinilor sintetice termorigide, care au dat rezultate bune la încercările de laborator. Experienţa

din exploatare a acestor materiale este încă redusă, întrucît aceste noi sisteme de izolaţii au fost introduse în tehnica mondială nu mai mult decît de zece ani. Se consideră că aceste noi scheme de izolaţii vor avea o bună comportare la probele de îmbătrînire accelerată. Prima serie de măsurări a şi demonstrat acest lucru.

A.B.

CZ 621.313.32.048.1.002.3

Leroy, G. **Probleme puse de alegerea izolaţiilor maşinilor mari sincrone şi de controlul în stadiul recepţiei şi al exploatării** (Problèmes posés par le choix des isolations des grandes machines synchrones et par leur contrôle au stade de la réception et au cours du service. În : Bull. Ass. ing. Montefiore **76**, nr. 2, 1963, p. 159–192, 29 fig., 29 ref. bibl.

Pentru realizarea schemelor de izolaţii ale statoarelor maşinilor electrice mari trebuie efectuate încercări complexe, atît electrice, cît şi termomecanice. La ora actuală, schemele de izolaţii pentru maşinile de puteri mari se realizează în următoarele variante : 1 — sisteme continue cu izolaţii pe bază de mică, atît pe partea de crestătură, cît şi pe partea de capăt şi compoundate în răşini oleobituminoase ; 2 — sisteme discontinue realizate cu teci de mică pentru partea de crestătură, benzi de mică cu suport de sticlă pentru capetele de bobinaje şi impregnate tot în compounduri oleobituminoase şi 3 — izolaţii continue cu benzi de mică, avînd ca liant şi ca mediu de impregnare răşini sintetice termorigide (epoxy, siliconi, poliesteri).

Se prezintă programul de încercări necesare, insistîndu-se asupra probelor de ionizare, dîndu-se schemele electrozilor necesari.

Încercările se fac pe următoarele categorii de epruvete : 1 — materialele ca atare ; 2 — elementele de bobinaje ; 3 — ansamblurile de bobinaje ; 4 — statorul complet al maşinii. Încercările au un caracter comparativ pentru toate cele trei categorii de scheme de izolaţii, reieşind superioritatea schemelor de izolaţii cu răşini sintetice.

În concluzie, se arată importanţa acestor studii pentru introducerea în fabricaţie de noi scheme de izolaţii.

A.B.

CZ 621.313.322.048.1

Wainwright, S. **Izolaţia bobinajelor generatoarelor.** (Generator Winding insulation). În : Electr. Rev., **171**, nr. 10, 1962, p. 385–389, 7 ref. bibl.

Se studiază cauzele deteriorării izolaţiei maşinilor electrice mari. Se constată, în multe cazuri, că prima treaptă a procesului de străpungere a izolaţiei bobinajelor statorice este provocată de slăbirea rigidităţii mecanice a legăturilor dintre conductoare. Aceasta, la rîndul ei, duce la distrugerea izolaţiei dintre spire şi, pînă la urmă, la distrugerea izolaţiei principale, respectiv a izolaţiei de crestătură. Eforturile electrodinamice care iau naştere în bobinaje, ca rezultat al acţiunii curenţilor de scurtcircuit, pot atinge valori însemnate. Autorul consideră că schemele de izolaţii cu materiale pe bază de mică şi impregnate în răşini termoplastice, în speţă oleobituminoase, rezistă eforturilor menţionate. În acest sens, el indică rezultate din exploatare. Avarierea izolaţiei bobinajelor statorice poate fi, de asemenea, cauzată de vibraţiile miezului sau ale pieselor metalice insuficient strînse. Se consideră totuşi că unul dintre cei mai importanţi factori care contribuie la deteriorarea izolaţiei este acţiunea ionizării, respectiv a descărcărilor electrice de înaltă frecvenţă, din interiorul izolaţiei (în interstiţiile de aer). Pentru înlăturarea descărcărilor dintre suprafeţele secţiunilor bobinajelor statorice şi pereţii metalici ai crestăturilor se recomandă presarea uniformă a secţiunilor şi introducerea în crestături a izolaţiilor de fibră sau leteroid impregnate în grafit coloidal. Pentru detectarea defectelor se recomandă încercarea la impuls de tensiune.

A.B.

CZ 621.313.322—81.017.7

Vartanian, G. P. şi Diacenko, G. I. **Construcţii de turbogeneratoare de mare putere ale uzinei „Electrosila — S.M. Kirov" şi ale filialei VNIIEM.** (Konstrukţia moşcinîh turbogheneratorov zavoda „Elektrosila imeni S. M. Kirova" i filiala VNIIEM). În : Vestnik elektroprom. **33**, nr. 4, 1962, p. 16–18, 3 fig.

Producţia energiei electrice în U.R.S.S., în anul 1965, trebuie să crească de aproape două ori în comparaţie cu anul 1959, iar puterea instalată a uzinelor electrice — mai mult decît dublu. În consecinţă, industria electrotehnică trebuie să-şi ridice brusc nivelul şi calitatea maşinilor livrate. În vederea acestui obiectiv, colectivul proiectanţilor şi constructorilor uzinei „Electrosila" a elaborat tipuri noi de turbogeneratoare cu un sistem de răcire direct a conductoarelor din bobinajul rotorului cu hidrogen şi bobinajul statorului cu apă sub presiunea sporită a hidrogenului din interiorul maşinii. Ca rezultat al aplicării răcirii directe scad greutatea şi gabaritele maşinii şi apare posibilitatea sporirii puterii, în comparaţie cu tipurile anterioare, aproximativ de două ori, la aceleaşi gabarite. Supraîncălzirea cuprului în partea cea mai caldă (caneluri) nu depăşeşte supraîncălzirea cu mai mult decît 20%. Datele caracteristice fundamentale ale turbogeneratoarelor cu răcirea directă a bobinajelor rotorului cu hidrogen — seria TVF — şi ale turbogeneratoarelor cu răcirea directă a bobinajelor rotorului cu hidrogen, iar a bobinajelor statorului cu apă — seria TVV — sînt date în două tabele. Se mai precizează că turbogeneratorul de 320 MW realizat este capsulat ermetic, fiind asigurat pentru confecţionarea normală sub presiunea excedentară a hidrogenului pînă la 3,5 at, cu ciclu închis de ventilaţie. Rotorul este confecţionat dintr-o singură piesă prefabricată. Bobinajul rotorului este executat din benzi de cupru cu adaos de argint. În suprafeţele laterale sînt tăiate la freză caneluri paralele cu înclinare spre axa maşinii. Pentru micşorarea greutăţii şi gabaritului, corpul statorului este executat din trei părţi: partea centrală, în care este cuprins oţelul activ al statorului cu bobinaj, şi două părţi finale în care sînt montate ieşirile bobinelor statorice şi patru gazofrigidere. Toate cele trei părţi ale statorului se transportă separat şi se asamblează pe locul de montare a agregatului.

G.V.

CZ 621.315.616.96 : 536.48

Sokolov, S. G. **Despre influenţa temperaturilor joase asupra caracteristicilor electrofizice şi mecanice ale izolaţiilor pe bază de răşini epoxidice** (O vlianii nizkih temperatur na elektrofiziceskie i mehaniceskie svoistrea epoksidnoi izoliaţii). In : Izv. sibirskih otdelenii A.N. — S.S.S.R., nr. 7, 1962, p. 37–41.

Întrucît schemele de izolaţii cu răşini epoxidice au o tot mai mare răspîndire în construcţia de echipament electric, s-a ivit necesitatea studierii acestor scheme la temperaturi scăzute. Se studiază principalele caracteristici dielectrice: ε, ρ, tg δ şi $E_{str.}$, cît şi caracteristicile mecanice : rezistenţa la încovoiere şi rezistenţa la tracţiune în funcţie de temperatură în intervalul de la -70 pînă la 20°C. Amestecul studiat este : răşină expoxidică ED-6 = 100% ; răşină poliesterică nr. 1 = 25% ; anhidridă malenică = 30% ; umplutură din făină de cuarţ = 200%. O dată cu scăderea temperaturii, factorul tg δ se micşorează de la $5{,}3.10^{-3}$ (20°C) la $2{,}7.10^{-3}$ (-70°C). În acelaşi interval de temperatură, ε scade la fel, de la 4,3 la 4 ; pe cîtă vreme, ρ_V creşte de la $7{,}5.10^{15}$ la $2{,}2.10^{16}$ Ωcm. Cît priveşte cîmpul critic $E_{str.}$, valoarea lui creşte foarte puţin. S-au mai făcut încercări la cicluri termice severe (în gama de temperaturi de la — 70 pînă la 120°C) ; 20 de cicluri, cu menţinere cîte 30 min la fiecare temperatură. Caracteristicile mecanice scad foarte puţin cu micşorarea temperaturii. În concluzie, reiese că schemele de izolaţie cu materiale pe bază de răşini epoxidice pot fi folosite în regimuri cu temperaturi de lucru scăzute.

A.B.

CZ 621.315.624 : 621.315.612.6.002.2

Andriuhina, T.D., Nikolaev, N. A. **Particularităţi ale producţiei şi controlului elementelor de izolator de suspensie, din sticlă călită.** (Osobenosti proizvodstva i kontrol zakalenîh steklianîh detalei lineinîh podvesnîh izolatorov). În: Steklo keramika **20**, nr. 3, 1963, p. 13—16, 5 ref. bibl.

Se cunosc din literatura tehnică aplicaţiile tot mai numeroase ale izolatoarelor de înaltă tensiune, din sticlă călită, pe liniile de distribuţie a energiei, la tensiuni înalte. Articolul prezintă rezultatele obţinute la Lvov în direcţia îmbunătăţirii călirii şi deci a rezistenţei mecanice şi termice a izolatorului. Astfel, prin schimbarea presiunii aerului de răcire în limitele 10/5—100/50 mm col. apă, rezistenţa termică a izolatorului PS — 4,5 s-a mărit în medie cu 10—15° de fiecare 10/5 mm col. de apă, iar rezistenţa mecanică a crescut pentru acelaşi domeniu cu 300—400 kgf. Rezultatele au fost atît de satisfăcătoare, încît rezistenţa piesei de sticlă a devenit mai mare decît a armăturii metalice.

Controlul termic al izolatoarelor este descris pe larg. Rezultate bune s-au obţinut şi pe izolatoarele armate a căror rezistenţă mecanică a fost mai mare decît la cele de porţelan. Obţinerea unor izolatoare de calitate superioară depinde de controlul riguros al timpului şi temperaturii în fiecare etapă a procesului tehnologic, lucru care se poate realiza cel mai bine într-o linie automatizată.

F.T.

CZ 621.316.3/9 *Aparataj electric*

CZ 621.316.352.027.8

Kappeler, H. **Bare colectoare cu izolaţia solidă pentru tensiuni înalte.** (Barrles collectrices à isolation solide pour haute tension). În: Bul. ASE **53**, nr. 11, 1962, p. 557—563, 7 ref. bibl.

Din cauza distanţelor necesare între faze ca şi între faze şi pămînt, pentru tensiunile superioare lui 100 kV rezultă instalaţii care ocupă un spaţiu mare. Pentru a înlătura acest neajuns se studiază problema ca instalaţiile noi să fie construite cu bare colectoare izolate, cu izolanţi solizi, ceea ce permite reducerea costului total al instalaţiei, cu tot preţul ridicat al izolaţiei. Se pare că, în viitor, instalaţiile de înaltă tensiune vor fi prevăzute în întregime cu izolaţie solidă, lichidă sau aer comprimat. Dintre toate aceste soluţii analizate se distinge bara cu izolaţie de hîrtie întărită, prin simplitatea sa şi prin faptul că nu cere nici o supraveghere. Problema principală care se pune este aceea a materialului izolant şi a fabricaţiei sale, căci forma şi mărimea barelor colectoare nu permit utilizarea hîrtiei clasice. O hîrtie impregnată în răşină epoxi, denumită „resocel 99", a fost folosită şi găsită satisfăcătoare, atît în laborator, cît şi în exploatare. Încercările mecanice efectuate pe aceste bare colectoare au arătat că eforturile care se pot produce în timpul transportului, montării şi în funcţionare nu afectează capacitatea de izolare. Ca urmare a acestor studii, o primă instalaţie care cuprinde 21 de bare colectoare pentru 125 kV, a fost amenajată şi pusă în funcţiune.

F.T.

CZ 621.316.57.001.4

Joss, P. **Posibilităţi de încercare a întreruptoarelor.** (Möglichkeiten der Schalterprüfung). În: Bull. ASE **53**, nr. 10, 1962, p. 493—500, 14 ref. bibl.

Realizarea unor întreruptoare de înaltă tensiune de puteri din ce în ce mai mari pune probleme dificile în ceea ce priveşte încercarea acestora. Laborartoare capabile să încerc direct aceste întreruptoare nu există, puterea celor mai mari, 5 000 MVA Delle, 8—10 000 MVA Fontenay, fiind încă insuficientă pentru puterile care corespund tensiunilor de 220, 380 kV; 10—25 GVA. Construcţia unor staţii capabile să dezvolte aceste puteri devine foarte costisitoare, motiv pentru care se preferă din ce în ce mai mult încercări sintetice care să reproducă regimul de funcţionare a întreruptorului. Plecînd de la încercările uzuale la care sînt supuse întreruptoarele de înaltă tensiune, se indică problemele pe care le pun încercările de anclanşare şi declanşare care simulează accidentele de exploatare. Posibilitatea de a efectua aceste probe devine realitate chiar pentru unele laboratoare la care puterea disponibilă este insuficientă, folosind două scheme sintetice Weil şi Skeats. Oscilogramele ridicate la încercarea întreruptoarelor în scheme sintetice arată o bună concordanţă cu rezultatele obţinute la încercările directe.

F.T.

CZ 621.316.5 *Intreruptoare*

CZ 612.316.57.064.45/46

Sidanov, I. A. şi Simoceatov, N. P. **Compararea tehnico-economică privind utilizarea întreruptoarelor în ulei şi a întreruptoarelor cu aer comprimat pentru 110 kV** (Tehniko-ekonomiceskoe sravnenie primenenia masleanîh i vozdušnîh vîkluceatelei 110 kV). In: Elektriceskie stanţii **34**, nr. 1, ian 1963, p. 76—78, 3 tab.

După ce se prezintă caracteristicile întreruptoarelor în ulei şi ale întreruptoarelor cu aer comprimat pentru 110 kV, produse de întreprinderile din U.R.S.S., se face o comparaţie din punct de vedere tehnic şi economic ţinîndu-se seamă de stabilitatea în funcţionare la regimuri cu viteze mari de restabilire a tensiunii şi de siguranţa şi simplitatea în exploatare. Totodată se face un calcul numeric comparativ între diverse tipuri de staţii de transformare echipate pentru celule de linii, două celule pentru transformatoare de putere, o baterie de acumulatoare şi depozitul de ulei pentru cazul folosirii întreruptoarelor cu ulei şi, respectiv, staţia de compresoare pentru cazul folosirii întreruptoarelor cu aer comprimat. Din examinarea variantelor rezultă că staţia de transformare echipată cu întreruptoare cu aer comprimat este cu $62{,}1.10^3$ ruble mai scumpă decît staţia de transformare cu întreruptoare cu ulei.

Pe baza celor expuse în articol se pot trage următoarele concluzii: 1) folosirea întreruptoarelor cu aer comprimat pentru 110 kV se justifică în cazul staţiilor de transformare mari, cu valori mari ale curenţilor de scurtcircuit, şi în cazul cînd condiţiile de funcţionare a sistemului energetic impun deconectarea rapidă a scurtcircuitelor; 2) la staţiile de transformare de putere medie, utilizarea întreruptoarelor cu aer comprimat pentru 110 kV este raţională numai în cazul cînd ele sînt montate pe partea de înaltă tensiune şi se prevede o extindere a staţiei în perioada de perspectivă; 3) la majoritatea staţiilor de transformare de 110 kV, de regulă, trebuie să se instaleze întreruptoare în ulei care sînt mai sigure şi mai avantajoase din punct de vedere economic; 4) ţinîndu-se seamă de avantajele tehnico-economice, este necesar să se extindă cercetarea ştiinţifică asupra căilor de sporire a puterii de rupere a întreruptoarelor în ulei pentru toate tensiunile; 5) este necesar să se dezvolte prin toate mijloacele posibile lucrările privind modernizarea continuă a întreruptoarelor cu aer comprimat, în scopul reducerii cheltuielilor de exploatare şi al simplificării construcţiei, ceea ce duce la sporirea siguranţei de funcţionare.

A.C.

CZ 621.317.785.6 + 621.317.782.2

Preusser, P. **Un nou contor trifazat cu indicaţie de maxim pentru reţele cu patru conductoare** (Ein neuer Vierleiter-Drehstromzähler mit Maximumanzeige). In: Elektrie 17, nr. 2, 1963, p. 59—60, 4 fig., 2 ref. bibl.

Sarcina de obţinere — periodică — a valorii medii a puterilor electrice absorbite de un consumator şi indicarea valorii maxime care apare în cursul unei perioade de înregistrare se rezolvă cu ajutorul unui mecanism indicator de maxim. Acesta se execută de cele mai multe ori ca o instalaţie anexă la un contor trifazat. În articol se arată că un asemenea dispozitiv, construit şi experimentat, a dus la următoarele concluzii: a) mecanismul influenţează în mică măsură curba erorilor contorului; b) mecanismul indicator de maxim are o

eroare proprie mică ; c) el prezintă un grad de uzură relativ scăzut şi are deci o durată mare de viaţă ; d) prezintă o siguranţă sporită în exploatare. Se indică schema elementelor componente ale mecanismului şi denumirea lor, arătîndu-se modul de îmbinare. De asemenea, se face prezentarea modului de funcţionare şi se trec în revistă caracteristicile metrologice. În cazul cel mai nefavorabil, eroarea proprie a mecanismului indicator de maxim este $\pm 0{,}2\%$ din limita scării. În domeniul sarcinilor (5% din sarcina nominală), influenţa mecanismului de maxim asupra curbei erorilor poate fi de cel mult 1,5%. Acest mecanism devine sensibil la 0,5% din sarcina nominală. Curentul absorbit de declanşator este de 12 mA. Încercarea mecanismului în condiţii industriale timp de zece luni, în cadrul întreprinderilor de electricitate din R.D.G., a dat rezultate bune. Se dau şi unele indicaţii privind executarea noului dispozitiv.

A.C.

CZ 621.365.2 *Cuptoare electrice*

CZ 621.365.22.001.2

Corbyn, D. B. şi Jahn, M. H. **Cerinţele electrice ale cuptoarelor electrice în vid** (Electrical requirements of vacuum-arc furnaces). In : Electrical rev. **172**, nr. 2, ian 1963, p. 43—48, 8 fig., 4 ref. bibl.

Se arată condiţiile de funcţionare a cuptoarelor în vid cu arc de mare putere folosite pentru topirea oţelului. Se descrie modul de alimentare cu curgere electrică şi se prezintă modul de reglare. Alimentarea cu energie electrică se face de la redresorul principal cu 25.10^3A în curent continuu. Sînt discutate particularităţile de proiectare şi se arată modul de rezolvare a inconvenientelor intervenite în cazul utilizării redresoarelor cu siliciu răcite cu apă, a traductoarelor şi a transformatoarelor de 11 kV răcite prin jet de aer şi a regulatoarelor rapide cu amplificatoare comandate. Arcul electric cu vid asigură obţinerea oţelului cu un nivel scăzut al impurităţilor. Se descrie pe scurt un bloc principal de alimentare şi un sistem de reglare automată care foloseşte dispozitive cu semiconductoare. Asemenea tipuri de cuptoare se foloseau la rafinarea titanului, iar din anul 1961 au început să fie utilizate pentru producerea oţelurilor de calitate. Cuptorul este constituit dintr-un creuzet de cupru răcit cu apă, formînd electrodul pozitiv, şi un berbec de comandă deasupra acestuia, formînd electrodul negativ. Un lingou turnat din metalul de rafinat este prins şi suspendat vertical de baza berbecului. În cuptor se realizează vid înaintat şi apoi se amorsează un arc în curent contiuu între lingou (care devine electrod negativ) şi un tampon de metal de la baza creuzetului. Pe măsură ce lingoul superior se topeşte, datorită energiei arcului electric, un alt lingou se formează în creuzet. Incluziunile gazoase din lingou sînt îndepărtate de instalaţia de vid.

Comanda berbecului şi a instalaţiilor auxiliare se face în curent alternativ. Se prezintă apoi cerinţele electrice ale reglajului. Alimentarea principală se face cu curent continuu de 25 kA la plină sarcină, cu o curbă specială de reglaj care urcă pînă la 82 V, la reamorsarea arcului electric. Arcul electric funcţionează între 25 şi 30 V. Redresorul care asigură punerea sub tensiune a electrozilor este proiectat numai pentru 55 V. Curentul de sarcină este reglat independent de tensiunea arcului electric. Scurtcircuitele momentane fiind frecvente, este de dorit un sistem de reglaj rapid. Alimentarea unor asemenea instalaţii se realizează în curent alternativ trifazat cu 11 000 V şi 50 Hz, iar pentru a obţine structura necesară exploatării se utilizează două blocuri : a) un bloc mare cu $I_n = 17\,500$ A, cu un redresor principal de 55 V în circuit deschis şi un redresor „tikler" cu o tensiune în circuit deschis de 82 V ; b) un bloc mic de 7 500 A. La intrare, pe partea de 11 000 V, este conectată o baterie de condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere. Se descriu în detaliu elementele care compun instalaţia de topire a oţelului în astfel de cuptoare. Se detaliază sistemul de comandă a redresorului, construcţia organelor componente şi sistemul de răcire. Se descrie comanda berbecului şi se dau indicaţii practice pentru asigurarea exploatării în bune condiţii. Se prezintă şi o serie de date esperimentale privind comportarea aparatajului folosit, modul de funcţionare la o variaţie sensibilă a sarcinii, atît pentru regimul permanent, cît şi tranzitoriu.

A.C.

CZ 621.315.615.9 : 621.314.4(47)

Proskorin, V. P. **Despre folosirea noilor dielectrici în construcţia condensatoarelor de forţă.** În : Dezvoltarea construcţiilor condensatoarelor de forţă. Moscova, 1962, p. 128—136, 4 fig., 4 tab., 11 ref. bibl.

În U.R.S.S., pe lîngă sovol s-au mai realizat alţi înlocuitori ai uleiului mineral, şi anume dielectricii lichizi sintetici 6M—15 şi 6M—30. Aceşti dielectrici se obţin din reziduurile care rămîn din producţia fenolului şi acetonei. Caracteristicile fizico-chimice ale dielectricului 6M—15 corespund sovolului, iar cele ale tipului 6M—30, clophenului. Temperatura de congelare a tipului 6M—30 este de —40°C, situîndu-l din acest punct de vedere printre cele mai bune materiale sintetice de impregnare. Constanta dielectrică ε (la 50 Hz) pentru 20°C este de 5,5, pentru 90°C, 4,7 ; factorul de pierderi tg δ, măsurat tot la 50 Hz, nu depăşeşte 3.10^{-3} la 20°C şi $1{,}5.10^{-2}$ la 90°C ; rezistivitatea volumetrică ρ_V este mare, respectiv 10^{14} Ωcm la 20°C şi 10^{13} Ωcm la 90°C. Cîmpul distructiv $E_{st} = 23$ kV/mm (faţă de 21 kV/mm la clophen A—30).

Au mai fost elaboraţi noi dielectrici sintetici : nitrosovolul ($\varepsilon = 8{,}2$; tg $\delta = 5.10^{-4}$ la $t = 20$°C) şi ortorovolul cu caracteristici dielectrice superioare.

Rezultatele de mai sus se referă numai la încercările de laborator, nerealizîndu-se încă producţia pe scară industrială. După realizarea unor surse experimentale în cantităţi corespunzătoare se vor putea trage concluziile definitive asupra introducerii dielectricilor sintetici de mai sus în construcţia condensatoarelor de forţă.

A.B.

CZ 621.315.62 : 621.315.612.6.002

Berejkobschi, M. L. **Despre o apreciere economică a cîtorva metode de producţie a izolatoarelor de înaltă tensiune.** (K ekonomiceskoi oţenke nekotorîh metodov proizvodstva vîsokovoltnîh izoliatorov). In : Steklo i keramika **20**, nr. 3, 1963, p. 39—42.

În ultimii ani, tot mai multe fabrici au fost profilate pentru fabricarea izolatoarelor de sticlă, datorită proprietăţilor fizice şi electrice pe care le prezintă. O serie de concluzii interesante se obţin la compararea unei fabricaţii de izolatoare de sticlă şi de porţelean. Astfel, analiza structurii preţului de cost în producţia izolatoarelor de porţelan arată că 3/4 din cheltuieli se referă la salarii şi cheltuieli de atelier, în timp ce la fabricarea izolatoarelor din sticlă acestor capitole le revin doar 37—44% din preţul de cost. De asemenea, analiza acestor două fabricaţii arată un număr mai mare de operaţii la izolatoarele de porţelan (12 faţă de 5 la cele de sticlă), cum şi un ciclu de fabricaţie mai ridicat (3 faţă de 1). O serie de măsuri trebuie luate pentru îmbunătăţirea fabricaţiei şi reducerea preţului de cost la izolatoarele de porţelan şi sticlă.

Căile de reducere a preţului de cost al izolatoarelor de porţelan sînt : mecanizarea proceselor de producţie, intensificarea proceselor şi ardere. La izolatoarele de sticlă, reducerea preţului de cost se poate obţine prin : reducerea greutăţii pieselor, îmbunătăţirea tratamentului termic, perfecţionarea construcţiei izolatorului.

Se arată, în concluzie, că producţia de izolatoare de sticlă, de înaltă tensiune, poate fi socotită rentabilă, iar dezvoltarea ulterioară a producţiei va permite economia unor importante mijloace.

F.T.

CZ 621.311.1 : 061.3

DIN LUCRĂRILE CIGRÉ

A. De la Reuniunea generală 1962

CIGRÉ 1962

Grupa de lucru 21. Cabluri de înaltă tensiune.

Grupa de lucru nr. 21 (cabluri de înaltă tensiune) şi-a ţinut lucrările în ziua de 24 mai 1962, dimineaţa şi după-amiaza, sub preşedinţia prof. J.C. Van Staveren (Ţările de Jos), raportor special fiind L.G. Braziev (Anglia). Au fost prezentate 11 rapoarte, dintre care unul ataşat la altă grupă (nr. 126, grupa 12), inclusiv un raport prezentat în timpul şedinţei.

Raportul special a grupat astfel problemele care urmau a fi discutate în şedinţă :

— Transportul submarin la mare distanţă.
— Coroziunea mantalei cablurilor.
— Cabluri de curent continuu.
— Izolanţi sintetici.
— Probleme de funcţionare a cablurilor, legate de caracteristicile termice ale solului.

În cele ce urmează se vor menţiona problemele mai importante care au rezultat din rapoarte, discuţii şi concluziile stabilite la şedinţe.

1. Transportul submarin la mare distanţă

Rapoartele nr. 202 şi 210 prezintă date amănunţite legate de construcţia şi experienţa de funcţionare a instalaţiilor de cabluri submarine. Raportul nr. 202 dă numeroase detalii asupra concepţiei şi tehnicii instalării de cabluri submarine în Norvegia, cabluri cu tensiuni pînă la 300 kV şi referitor la dificultăţile care apar în cazul executării acestor instalaţii. Se dau, de asemenea, date asupra defectelor survenitc în exploatare, defecte datorite în majoritate ancorelor.

În cadrul discuţiilor s-a manifestat un viu interes faţă de numărul şi de amploarea acestor instalaţii (mai mult de 650) şi de simplicitatea tehnicii folosite, ţinînd seamă de adîncimea de pozare, care adesea depăşeşte 500 m. Pentru aceste adîncimi s-a exprimat părerea folosirii unei tehnici speciale de blindaj, pentru a se împiedica torsiunea.

Din discuţii a reieşit că este necesar ca fiecare instalaţie de cabluri submarine să se proiecteze în detaliu şi că asigurarea funcţionării în bune condiţii depinde de :

— alegerea celui mai bun traseu, care nu trebuie să fie neapărat cel mai scurt ;
— alegerea celei mai bune pozări, pentru a se evita pericolele datorite ancorărilor sau efectele curenţilor marini şi valurilor ;
— utilizarea de conductoare cu secţiune mai mare decît cea impusă de sarcină, pentru a se păstra aceeaşi secţiune pe porţiunile submarine şi terestre.

În raportul nr. 210 se dau detalii privind proiectul şi lucrările de pozare a cablurilor submarine de curent continuu, prin care s-a realizat interconexiunea dintre Franţa şi Anglia.

Raportul, al cărui subiect a fost prezentat şi la sesiunea din 1960, nu a prilejuit discuţii deosebite.

În şedinţă, C.C. Barnes, coautor al raportului, a descris defectele survenite pe aceste cabluri de la data intrării în funcţiune, descriere care a scos în evidenţă avariile şi pagubele ce pot fi provocate de ancorele navelor.

2. Coroziunea mantalei cablurilor

În raportul nr. 207 se analizează necesitatea din ce în ce mai pregnantă a protecţiei contra coroziunilor a cablurilor subterane şi se dau amănunte privind procedeele folosite în acest domeniu în Anglia. Sînt tratate două metode, şi anume : protecţia catodică şi folosirea învelişurilor de protecţie.

În privinţa protecţiei catodice, se explică dezvoltarea folosirii acestei metode în Anglia şi se stabilesc cîteva criterii valabile pentru toate instalaţiile. Referitor la folosirea învelişurilor de protecţie, se arată că în ultimii ani a crescut necesitatea asigurării unei protecţii economice şi satisfăcătoare, datorită următorilor factori :

— creşterea rapidă a folosirii cablurilor de foarte înaltă tensiune (132 kV, 275 kV), cabluri la care integritatea mantalei are o importanţă vitală ;
— introducerea cablurilor cu manta de aluminiu, în cazul cărora au apărut coroziuni mult mai pronunţate decît în cazul cablurilor cu manta de plumb, în situaţia aceluiaşi înveliş de textile impregnate cu bitum ;
— folosirea recentă a cablurilor cu conductor unic în reţelele cu „legătură transversală", cabluri în a căror manta iau naştere tensiuni alternative reziduale.

În această privinţă este de menţionat faptul că atît în raport cît şi în discuţii a fost atrasă atenţia asupra învelişurilor protectoare din PCV.

După părerea generală a reieşit că este necesar a se determina în mod ştiinţific dacă protecţia reţelelor subterane trebuie să fie catodică sau prin învelişuri de protecţie. De asemenea, a reieşit că va trebui menţinut totodată un echilibru rezonabil în aceste cercetări, întrucît rezultatele obţinute pînă în prezent au arătat clar că nu este economic să se protejeze complet cablurile împotriva tuturor situaţiilor întîmplătoare care pot interveni în timpul funcţionării ; aceasta, cu atît mai mult cu cît există cîteva metode de protecţie care au dat foarte bune rezultate de multă vreme.

3. Cabluri de curent continuu

În raportul nr. 205 se prezintă primele etape ale unui studiu privind utilizarea unui dielectric clasic — benzi de hîrtie impregnată cu ulei — în curent continuu. Cercetările efectuate în laborator, asupra unor condensatoare de dimensiuni reduse sînt considerate că pot constitui date de bază pentru studiul folosirii dielectricilor din benzi de hîrtie impregnată cu ulei, în condiţiile curentului continuu de înaltă tensiune, la cabluri. După cum au menţionat, de fapt, şi autorii raportului, din discuţii a reieşit că vor fi necesare numeroase studii asupra cablurilor înseşi, pentru a se putea trage concluzii certe.

4. Izolanţi sintetici

Rapoartele nr. 203, 208 şi 209, care prezintă problema utilizării izolanţilor sinetici la cablurile de înaltă tensiune, în locul izolaţiei de hîrtie folosită pînă în prezent, au trezit un interes deosebit şi au dat naştere la discuţii ample. Interesul manifestat este explicat ţinînd seamă de faptul că, în cazul obţinerii unor izolanţi sintetici corespunzători, se vor putea realiza cabluri a căror capacitate şi ale căror pierderi dielectrice vor fi reduse şi că va exista posibilitatea abordării mult mai realiste a problemei transportului energiei prin cabluri subterane de înaltă tensiune.

Dacă în ceea ce priveşte folosirea izolanţilor sintetici pînă la tensiunea de 11 kV, problemele pot fi considerate rezolvate, pentru tensiuni mai înalte se pun încă numeroase probleme. Încercările făcute în acest sens, pe baza soluţiilor considerate convenabile, nu au dat rezultate satisfăcătoare întrucît, ţinînd seamă de imperfecţiunile tehnicii extruderii, nu s-a putut realiza un dielectric suficient de dens şi perfect

omogen. În consecinţă, atenţia a fost îndreptată spre fabricarea cablurilor cu izolaţie înfăşurată ; de exemplu, straturi de izolant sintetic alternînd cu înfăşurări de hîrtie impregnată, izolantul sintetic avînd vacuolele umplute cu gaz sub presiune, azot sau amestec de azot cu fluorură de sulf sau cu ulei izolant.

Din discuţii a rezultat că realizările de început sînt încurajatoare. A reieşit însă că în prezent nu există încă un acord asupra criteriilor fizice şi electrice necesare în cazul acestor izolanţi şi nici asupra metodelor care trebuie utilizate pentru măsurarea caracteristicilor lor. Aceste probleme impun o rezolvare rapidă, pentru a se putea obţine progrese în domeniul realizărilor practice.

5. Probleme de funcţionare a cablurilor legate de caracteristicile termice ale solului

Nici un raport nu tratează propriu-zis acest subiect, însă două dintre ele se ocupă şi de aspectele termice. Problema răcirii artificiale a cablurilor n-a fost cuprinsă de comitetul de studii în lista subiectelor preferenţiale, avîndu-se în vedere că această chestiune a fost tratată încă în anul 1960.

În raportul nr. 204 se abordează această problemă, arătîndu-se rezultatele obţinute la încercările făcute în scopul reducerii influenţelor termice, prin utilizarea circulaţiei azotului prin cabluri cu presiune de gaz în ţevi de oţel. Rezultatele obţinute au fost deosebit de favorabile, fiind limitate însă la cazul particular tratat.

Din discuţiile purtate a reieşit că uleiul este mult mai eficient pentru scopul urmărit.

Grupa de lucru 14. Uleiuri izolante

În cadrul grupei nr. 14 s-au prezentat două rapoarte. Discutarea acestora — 24 intervenţii — a avut loc în dimineaţa şi în după-amiaza zilei de 22 mai, sub preşedinţia prof. H. Weiss (Franţa), raportor special fiind M.T. Salomon (Franţa).

Problemele ridicate în rapoarte şi discutate în şedinţe au fost grupate astfel de către raportorul special:

— compoziţia uleiurilor izolante şi ameliorarea lor;
— controlul stării uleiurilor în exploatare, în particular prin măsurarea pierderilor dielectrice;
— alţi izolanţi fluizi decît uleiurile minerale;
— clacarea uleiurilor.

1. Compoziţia uleiurilor izolante şi ameliorarea lor

În scopul îmbunătăţirii funcţionării transformatoarelor, se caută a se ameliora compoziţia uleiurilor izolante. Posibilităţile actuale de distilare şi metodele tehnice de analiză introduse în această direcţie permit realizarea unui progres în sensul ameliorării, prin:

— folosirea unor fracţiuni mai omogene, prin distilarea în limite strînse, ceea ce permite coborîrea viscozităţii uleiurilor, fără a se mări volatilitatea lor ; prin aceasta se obţine o răcire mai eficientă a transformatoarelor ;

— selecţia componentelor aromatice prezente în uleiuri, pentru a se obţine o mai bună comportare a uleiului la tensiuni foarte înalte, fără a se afecta stabilitatea sa chimică.

2. Controlul stării uleiurilor în exploatare, în particular prin măsurarea pierderilor dielectrice

Dintre criteriile care servesc la caracterizarea stării uleiurilor în exploatare, pierderilor dielectrice li se acordă din ce în ce o mai mare atenţie, datorită rolului important ce li se atribuie în funcţionarea aparatajului de foarte înaltă tensiune. Studiile preliminare, făcute în diverse ţări, au scos în evidenţă necesitatea acordării unei atenţii deosebite acestei proprietăţi fizice a uleiurilor.

3. Alţi izolanţi fluizi în afară de uleiurile minerale

Izolanţii fluizi, în afară de uleiurile minerale, sînt uleiurile de sinteză, cu o compoziţie mai puţin definită decît a acestora sau a diferitelor gaze. Dintre uleiurile de sinteză sînt de considerat clophenul şi pyranolul, iar dintre gaze, fluorura de sulf.

Utilizaţi mai întîi în S.U.A., aceşti izolanţi au început să intereseze în ultimul timp şi alte ţări.

4. Clacarea uleiurilor

În raportul nr. 131 se analizează diversele teorii emise asupra mecanismului clacajului uleiurilor uzate şi se trage concluzia că eclatoarele existente (CEI) nu permit măsurarea corectă a acestui fenomen. Se prezintă un nou model de eclator, cu caracteristici îmbunătăţite şi care, în particular, permite o diferenţiere mai bună a uleiurilor umede faţă de cele uscate.

Propunerea făcută a fost mult discutată în şedinţă, reieşind necesitatea unor încercări comparative înainte de a se trece la înlocuirea eclatorului CEI cu cel propus.

B. Pentru Reuniunea generală 1964

În cursul anului 1964 se va ţine la Paris cea de-a 20-a sesiune a Conferinţei internaţionale a marilor reţele electrice.

Se vor discuta următoarele grupe de rapoarte :

Grupa 11 : Alternatoare
Grupa 12 : Transformatoare
Grupa 13 : Întreruptoare
Grupa 21 : Cabluri
Grupa 22 : Stîlpi şi fundaţii
Grupa 23/24 : Linii aeriene
Grupa 25 : Izolatoare
Grupa 31 : Protecţie şi relee
Grupa 32 : Concepţia şi funcţionarea reţelelor
Grupa 33 : Supratensiuni şi trăsnete
Grupa 42 : Linii de tensiuni peste 220 kV
Grupa 43 : Curent continuu

Pînă în prezent Secretariatul CIGRÉ a obţinut din partea Comitetelor Internaţionale de Studii următoarea listă de subiecte preferenţiale :

Grupa 11. Alternatoare

1. Constantele şi caracteristicile marilor alternatoare hidraulice şi termice.
2. Izolaţia maşinilor mari.
3. Răcirea alternatoarelor mari.

Grupa 12. Transformatoare

1. Măsurarea pierderilor şi ridicărilor de temperatură la transformatoarele şi reactoarele mari.
2. Montajul, instalarea şi încercările dielectrice la transformatoarele mari „in situ" (la faţa locului).
3. Zgomotele în transformatoare.

Grupa 13. Intreruptoare

1. Defectul kilometric.
2. Comportarea arcului în zona trecerii curentului prin zero.
3. Încercări indirecte.
4. Probleme privind comportarea întreruptoarelor sub sarcină.
5. Tendinţe şi aspecte noi cu privire la întreruperea curentului.

Grupa 21. Cabluri

1. Izolaţii sintetice.
2. Învelişuri de protecţie contra coroziunilor (proprietăţi fizice şi electrice la supratensiuni).
3. Probleme în legătură cu condiţiile de funcţionare termică a cablurilor.

Grupa 31. Protecţie şi relee

1. Probleme de protecţie în schemele reţelelor, permiţînd realizarea de economii la utilizarea întreruptoarelor şi în alte configuraţii speciale ale reţelelor.
2. Probleme privind comportarea sub sarcină a diverselor elemente ale reţelelor sub aspectul :
a) protecţiilor termice ;
b) comportarea protecţiilor principale şi de rezervă, îndeosebi în cazul legăturilor de interconectare între reţelele puternice.
3. Repercusiunile perturbaţiilor în reţelele de înaltă tensiune asupra continuităţii de funcţionare a instalaţiilor industriale cu motoare de putere mare şi mijlocie.

Grupa 32. Concepţia şi funcţionarea reţelelor

1. Metode de planificare a reţelelor.
2. Metode de exploatare a reţelelor (dispecerul economic).
3. Probleme de stabilitate puse de evoluţia caracteristicilor maşinilor generatoare. Influenţa regulatoarelor.

Grupa 33. Supratensiuni şi trăsnete

1. Caracteristicile contorului loviturilor de trăsnet.
2. a) măsuri la şoc în gama de 1/2 microsecundă şi mai jos ;
b) clacarea eclatoarelor mari cu unde de şoc standard.
3. Mecanismul de clacare la eclatoarele mari cu o izolaţie prin aer şi material masiv, precum şi prin aer în serie.
4. Încercări de şoc comparative asupra eclatoarelor cu tije
5. Caracteristicile descărcării trăsnetului.
6. Atenuarea supratensiunilor în cablurile de energie electrică şi în liniile aeriene.

Lista subiectelor preferenţiale la grupele 23, 24, 43, 25 şi 42

Grupa 23/24. Linii aeriene

1. Tracţiuni medii (everyday stress).
2. Vibraţii :
a) Vibraţii de înaltă frecvenţă şi vibraţia eoliană.
b) Vibraţii de joasă frecvenţă şi dansul conductoarelor.
3. Coeficient de siguranţă :
a) Sarcinile conductoarelor exterioare şi solicitările corespunzătoare.
b) Toleranţele şi abaterile de fabricaţie din punctul de vedere al dimensionării şi al exploatării conductoarelor, izolatoarelor, suporţilor şi fundaţiilor.
c) Durata de viaţă în exploatare şi întreţinerea viitorului material al liniilor de transport.
4. Fluajul conductoarelor de oţel-aluminiu.
5. Temperatura conductoarelor şi regimuri de exploatare.
6. Piese de distanţă pentru conductoare fasciculare.
7. Reguli pentru amplasarea liniilor aeriene (studiu cerut de OENU).
8. Funcţionarea liniilor aeriene în ţările caracterizate printr-un cost ridicat al drepturilor de trecere.

Grupa 43. Curent continuu

1. Studiul general al noilor proiecte de transport de energie şi comparaţii economice.
2. Funcţionarea dispozitivelor existente şi informaţii de exploatare.
3. Concepţia generală asupra liniilor aeriene de curent continuu, în special în ceea ce priveşte izolatoarele, distanţele la masă şi efectul corona.
4. Caracteristicile de exploatare ale mutatoarelor şi controlul acestora prin încercări.
5. Conexiuni şi aparate principale în staţiile de capăt de curent continuu.
6. Materiale şi modul de fabricare al cablurilor de înaltă tensiune de curent continuu.
7. Suprimarea sau reducerea supratensiunilor armonicilor şi a perturbaţiilor radiofonice şi telefonice.
8. Efectele întoarcerii prin pămînt.
9. Concepţia şi analiza reţelelor de transport.
10. Concepţia circuitelor de comandă şi protecţie.
11. Concepţia celorlalte echipamente auxiliare.
12. Conectarea liniilor de curent continuu şi întreruperea liniilor de curent continuu de foarte înaltă tensiune.

Grupa 25. Izolatoare

1. Tehnica aprecierii comportării unui izolator în atmosferă cu impurităţi.
2. Experienţe asupra comportării în funcţionare a izolatoarelor în atmosferă cu impurităţi.
3. Încercări cu ultrasunete
4. Îmbrăcăminţi semiconductoare pentru izolatoare, pentru controlul solicitărilor.

Grupa 42. Linii de tensiuni peste 220 kV.

1. Reducerea costului liniilor de tensiune foarte înaltă prin îmbunătăţirea studiilor şi detaliilor de construcţie.
2. Progrese în cercetarea unor probleme privind tensiunile foarte înalte :
a) Perturbaţii radiofonice şi efect corona — linii experimentale şi lucrări teoretice.
b) Supratensiuni interne.
c) Alte probleme.
3. Domenii de utilizare a liniilor de transport de energie electrică în curent alternativ şi curent continuu.
4. Exploatarea liniilor de foarte înaltă tensiune.

MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

NECROLOG

Acad. Corneliu Mikloşi

CZ 621.3

În ziua de 10 august 1963 s-a stins din viaţă după o scurtă, dar grea suferinţă, academicianul prof. dr. ing. Corneliu Mikloşi, directorul Centrului de cercetări tehnice al Bazei de cercetări ştiinţifice din Timişoara a Academiei R.P.R., profesor emerit al Institutului politehnic-Timişoara. Ştirea a surprins pe majoritatea colegilor, cunoscuţilor şi foştilor studenţi cu atît mai mult, cu cît încă în luna iunie a luat parte activ şi în depline puteri la sesiunea tehnico-ştiinţifică a uzinelor Electroputere*, ţinînd o comunicare. Pierderea sa o resimţim ca o lovitură grea pentru colectivul de ingineri — oameni de ştiinţă din ţara noastră.

În completarea elogiului publicat în această revistă** cu ocazia sărbătoririi defunctului la împlinirea vîrstei de 70 de ani, ne permitem să dăm unele date biografice şi să comentăm multilaterala sa activitate.

Născut la 5 martie 1887 în comuna Covăşînt pe ultimele coame ale dealurilor pe care Mureşul le părăseşte definitiv, a urmat, după terminarea liceului din Arad, cursurile Politehnicii din Karlsruhe şi apoi ale Facultăţii de mecanică a Universităţii tehnice din Budapesta, obţinînd diploma de inginer „cu distincţie" în anul 1909, cînd devine asistent, iar în anul 1912, titlul de doctor în ştiinţe tehnice, cu aceeaşi menţiune excepţională.

După un scurt popas în industrie, susţine în 1918 lucrarea sa de abilitare şi reintră în învăţămînt ca docent la universitatea din Budapesta şi adjunct al profesorului Rejtö, care l-a recomandat mai tîrziu ca urmaş.

Între o carieră didactică şi ştiinţifică — asigurată la Budapesta — şi un drum greu de urmat între ai săi, Corneliu Mikloşi a ales cu o abnegaţie exemplară pe cel din urmă. Devenit directorul întreprinderilor electromecanice ale oraşului Timişoara, cu un utilaj degradat (al primei centrale electrice din Europa), a luptat neobosit pentru ridicarea şi modernizarea ei din pragul falimentului, în rîndul întreprinderilor model, şi toate acestea în condiţiile vitrege ale regimului burghezo-moşieresc. Între altele, opacitatea şi reaua credinţă a conducătorilor primăriei au adus de multe ori aproape la exasperare răbdarea îndeobşte cunoscută a tînărului director. Orice plan de anvergură destinat să îmbunătăţească radical instalaţiile învechite se lovea de veto-uri implacabile. Moştenirea grea a frecvenţei de 42 Hz în reţelele electrice de distribuţie şi a tensiunilor nenormale a trebuit să fe învinsă prin soluţii ingenioase care să prevadă trecerea nestingherită în viitor la situaţii normale, uşor extensibile. Adesea, aceste soluţii trebuiau prezentate conducerilor superioare sub forme acoperite, pentru a nu renunţa de la început la realizarea lor.

Ceea ce a caracterizat în afară de vederea în perspectivă pe directorul întreprinderilor, a fost introducerea metodelor ştiinţifice pentru încercarea şi verificarea matrialelor. El a creat în anul 1926 un laborator şi a contribuit la auto-echiparea lui cu maşini, la amorsarea unor cercetări şi verificări, la întocmirea caietelor de sarcini şi normelor de recepţie. După îndelungate străduinţe, întreprinderile au devenit exemplare, experienţa cîştigată fiind difuzată şi altor întreprinderi similare. S-a specializat în cercetarea combustibililor şi a problemelor termo- şi hidroenergetice.

Metalurgist cu o experienţă vastă şi o viziune largă, a recunoscut, de la începuturile ei, importanţa sudării ca procedeu tehnologic de mare eficacitate şi simplitate. Prin înfiinţarea cercului de sudură, prin organizarea unor serii de cursuri de sudură, prin editarea revistei „Sudura", care a apărut timp de 7 ani, a devenit pionierul şi conducătorul efectiv, unanim recunoscut al mişcării pentru introducerea şi răspîndirea sudurii în ţara noastră. Personal a condus şi munca de cercetare în acest domeniu, cu o remarcabilă perseverenţă, în condiţiile vitrege ale regimului burghezo-moşieresc.

Preluarea puterii de stat de către clasa muncitoare şi crearea bazei tehnico-materiale a socialismului sub conducerea fermă şi consecventă a Partidului Muncitoresc Romîn a permis doctorului Corneliu Mikloşi să vadă şi să urmărească măreţe realizări în domeniul industriei grele, cu pivotul ei industria constructoare de maşini, realizări care întreceau cu mult visurile sale din timpul cînd a ales drumul spinos al începuturilor tehnice ale poporului său. În condiţiile favorabile oferite inginerilor de către regimul democrat popular, el a fost martor şi colaborator la întocmirea şi realizarea planului de electrificare, care a depăşit cu mult speranţele energeticienilor noştri. Îndrumările pe care le-a dat pentru dezvoltarea industriei, mai ales a Combinatului metalurgic — Reşiţa, au fost utile şi fructuoase. Cei care nu i-au urmat uneori sfatul s-au trezit mai tîrziu cu dificultăţi mari, greu de înlăturat, pe care nu le puteau prevedea. Vasta sa experienţă, bazată pe temeinice cunoştinţe de specialitate în domenii diferite de cele susamintite ca: organele de maşini, fizica şi tehnologia metalelor, construcţia de vehicule pe şine, i-a permis să realizeze lucrări concrete de mare importanţă.

Între acestea, un loc de frunte îl ocupă crearea căii ferate continue, problemă de care s-a ocupat în mod continuu din anul 1924. Imediat după apariţia metodei electrice de sudare prin ardere intermediară, potrivită mai ales pentru profile mari, a pus în studiu aplicarea acestei metode la sudarea şinelor de cale ferată „pe loc", adică nu în atelier, ci direct în cale. Această idee originală — şi pe timpul acela cu de-a dreptul revoluţionară — a luat forme concrete, datorită ingeniozităţii şi experienţei tehnologice excepţionale a doctorului Corneliu Mikloşi. El a construit un agregat de sudură mobil, denumit de el „Taurus", ce care l-a aplicat apoi nu numai la sudarea întregii reţele de tramvaie din Timişoara, dar şi la sudarea primei porţiuni de cale ferată continuă în ţara noastră în gara Timişoara-fabrică. Cu toate că rezultatele din exploatare au fost în întregime pozitive, autorul a trebuit să ducă o luptă asiduă pînă cînd în regimul nostru de democraţie populară tramvaiele din Bucureşti au acceptat să aplice acest procedeu de sudură. Căile ferate l-au aplicat abia în ultimii ani, după ce şi în alte ţări experienţa a arătat că procedeul prin ardere intermediară şi presare este superior celui aluminotermic.

În afară de activitatea sa de cercetare, de proiectare şi de construcţie multilaterală, dr. Corneliu Mikloşi a fost continuu preocupat de îmbunătăţirea soartei muncitorilor. Realizările concrete ce i se datoresc în acest sens sînt cursurile pentru ridicarea nivelului profesional al muncitorilor şi al maiştrilor, instituirea unui regulament de protecţie a muncii, construirea de case de locuit, case de odihnă de amenajări sportive etc., pentru personalul întreprinderii.

* Electrotehnica 11 (1963), nr. 9, p. 355.
** Electrotehnica 5 (1957), nr. 4, p. 130.

După o activitate de 39 de ani ca director al Întreprinderilor electromecanice din Timişoara, urmînd convingerea că ridicarea nivelului tehnic al cadrelor tinere de ingineri constituie o condiţie esenţială pentru industrializarea ţării, a acceptat chemarea de a ocupa, în anul 1950, locul de profesor la Institutul politehnic-Timişoara, pe care l-a deţinut cu cinste pînă la moarte.

Pentru meritele sale deosebite în progresul tehnico-ştiinţific din ţara noastră, pentru cele peste 100 de lucrări publicate, din care o mare parte sînt lucrări de cercetare, pentru realizările sale tehnice şi tehnologice, dr. Corneliu Mikloşi a fost ales în anul 1955 membru titular al Academiei R.P.R., a fost decorat în 1947 cu Ordinul Muncii clasa a III-a, de două ori cu Ordinul Muncii clasa I şi acum cîteva luni, cu Steaua Republicii clasa I.

Din anul 1955 a fost directorul Centrului de cercetări tehnice al Bazei din Timişoara a Academiei R.P.R., şi din anul 1951, şeful Secţiei de sudură a acestui centru. În calitate de conducător al colectivului romîn de sudură a reprezentat ţara noastră în Comitetul de direcţie al Institutului internaţional de sudură. În anul 1963 a fost primit în rîndurile P.M.R.

Om de o vastă cultură umanistică, modest dar optimist, acad. C. Mikloşi s-a distins prin convingeri personale de o înaltă ţinută patriotică, politică şi ştiinţifică. Întreaga sa activitate a fost pătrunsă de aceste convingeri, dintre care multe le descoperim a fi de o surprinzătoare actualitate şi justeţe.

La loc de frunte se situează încrederea nestrămutată în posibilităţile mari de dezvoltare a ţării şi a poporului nostru, în geniul său tehnic latent. Tot astfel trebuie considerate îmbinarea armonioasă dintre ştiinţă şi tehnică, cultivarea relaţiilor complexe şi bilaterale dintre bazele teoretico-ştiinţifice ale naturii şi aplicaţiile tehnice-industriale, munca de cercetare şi proiectare în colective mixte la care fiecare să contribuie din răsputeri cu toate cunoştinţele sale, cu toată experienţa sa, importanţa rolului ridicării nivelului profesional pe toate treptele de activitate, începînd de la muncitori, tehnicieni, ingineri, cercetători şi cadre didactice.

Personalitatea sa va rămîne ca un exemplu totdeauna viu pentru tinerele noastre cadre tehnice, chemate să desăvîrşească socialismul în ţara noastră.

Dr. ing. A. Avramescu

CRONICĂ

Tîrgul de toamnă de la Leipzig 1963

CZ 061.4(43)„1963"

Tîrgul de toamnă de la Leipzig (1—8 septembrie 1963) a constituit o trecere în revistă a realizărilor industriei bunurilor de consum din circa 50 de ţări care, în 30 de ramuri ale Tîrgului, au participat la această competiţie prin produse cunoscute în lumea întreagă şi prin fabricate de înaltă calitate. Tîrgul s-a caracterizat prin felul sobru, în parte complex, prin colecţii speciale din diferite ţări, prin organizarea de centre de noutăţi şi de informaţii. Între ramurile cu cea mai largă participare internaţională au fost şi cele de aparate de uz casnic şi de interior. În acest sector aparatele şi instalaţiile electrice au jucat un rol deosebit de important.

Accentul ofertelor prezentate de 14 ţări pentru aparate de uz casnic şi de interior s-a concentrat pe maşini de spălat rufe, frigidere, maşini de gătit şi aparate de dimensiuni mari. Industria din R.D.G. a prezentat aparate destinate bucătăriilor mari. Industria ei de aparate electrice prezintă de data aceasta numeroase noutăţi şi perfecţionări. Printre acestea se găseşte o maşină de bucătărie cu şasiu plat, cu releu de timp, un fier de călcat de mare randament, cu dispozitiv de reglare, un acumulator de apă caldă de cinci litri cu baterie de amestec, o maşină de tuns cu cap dublu, un aparat de ras la uscat cu cap de 155 mm² şi cu trei lame, un duş de aer cald cu braţ îndoit, un microaspirator în greutate de 2,1 kg, un aparat de lustruit mobilă şi automobile, un pistol de şpriţuit electric etc.

Din oferta de ceasornice ale Tîrgului de toamnă, deosebit de interesant a fost ceasul-brăţară electric, bărbătesc, model „Electric" de fabricaţie Ruhla, care cu mecanismul său de 6,35 mm înălţime, este tipul cel mai plat existent în lume şi totodată singurul ceas brăţară electric cu un sistem de autocurăţire a contactului.

Opt ţări au participat la oferta de instrumente muzicale a Tîrgului de toamnă la care R.D.G. a prezentat un program cuprinzînd 40—50 de noutăţi. Printre instrumentele muzicale se numără modelele „Elektrina" în execuţie aurită şi argintată, un nou amplificator pentru chitare, chitare electrice cu semirezonanţă.

Ca şi în anii precedenţi, oferta bunurilor de consum a fost completată de o interesantă ofertă de produse tehnice în care elementele electrotehnice sînt iar reprezentate. Sortimentul cuprinde printre altele maşini de birou, maşini de cusut, instalaţii frigorifice, aparate fotografice şi cinematografice, aparate optice de dimensiuni mai mici, cît şi aparate electrice de măsurat, materiale pentru instalaţii şi aparataj electric pentru vehicule, aparate de prelucrare a cărnii şi laptelui şi automate pentru mărfuri.

Industria de maşini de birou a R.D.G. a prezentat o privire de ansamblu asupra programului de producţie. S-au expus maşini de calculat electro-mecanice, maşini de facturat şi de contabilitate, maşini de perforat cartele.

O realizare de înaltă calitate reprezintă automatele pentru cusături scurte, cu comandă electro-magnetică.

Industria de aparate de radio şi televiziune a R.D.G. a fost reprezentată cu o gamă vastă de exponate. Printre cele circa 100 de aparate oferite în total, se află aproximativ 40 de inovaţii şi aparate perfecţionate. În sectorul aparatelor de radio oferta a fost considerabil lărgită, îndeosebi în ce priveşte micro-aparatele şi aparatele portabile de prima calitate.

Industria de televizoare din R.D.G. a prezentat, în primul rînd, construcţii noi cu tuburi catodice de 43, 47, 53 şi 59 cm, cu carcasa în execuţie asimetrică. Deosebit de interesant este noul televizor portabil „Turnier K" cu tub de 47 cm.

Ţările socialiste au participat ca expozanţi de bunuri de consum într-un număr şi mai mare decît în anul precedent. Circa 80 de întreprinderi de comerţ exterior din opt state socialiste au oferit produsele lor de export în standuri colective, în standuri de informare şi în standuri pe ramuri pe o suprafaţă de expunere lărgită faţă de cea a Tîrgului de toamnă din anul precedent. Oferta ţărilor socialiste s-a distins prin multilateralitate şi înaltă calitate, demonstrînd capacitatea mereu crescîndă a industriei bunurilor de consum din aceste ţări.

Întreprinderile de comerţ exterior ale U.R.S.S. au ocupat 14 standuri pe o suprafaţă cu o treime mai mare faţă de cea din anul precedent.

Comerţul exterior polonez a participat din nou la Leipzig cu sortimentul complet al industriei sale de bunuri de consum.

Exponatele industriei uşoare din R.P.R. au fost mult îmbogăţite şi au fost prezentate pe o suprafaţă de expunere de două ori mai mare decît în anul precedent.

Caracteristic pentru participarea economiei occidentale la Tîrgul de toamnă din 1963 de la Leipzig a fost pronunţata orientare a ofertei spre comerţul cu răsăritul.

Dr. ing. A. Avramescu

SCURTE ŞTIRI

Caseada de UHE pe fluviul Lena. Lumea n-a terminat încă să comenteze realizările uriaşe de pe Enisei şi strategii electrificării totale a U.R.S.S. jalonează deja obiectivele următoare. În prezent, în centrul planurilor şi proiectărilor constructorilor hidraulici stă cucerirea Lenei. Se planifică construcţia unei cascade de uzine hidroelectrice unică în lume.

Fluviul începe ca un pîrîiaş şi devine apoi un curent uriaş a cărui lăţime atinge pînă la 30 km.

Proiectanţii au calculat că fluviul poate livra anual 250 miliarde kWh. Prima UHE se proiectează a se construi în apropierea oraşului Irkuţk. Pe cursul mijlociu al fluviului s-a ales un loc pentru amplasarea celei de-a doua UHE — Muhtviskaia, care va avea o putere de mai multe milioane kW.

Cea mai remarcabilă va fi UHE-Nijnelenskaia, pe cursul inferior al fluviului. Practica universală de construcţii hidraulice nu cunoaşte încă nimic asemănător. În strîmtoarea „Bielokurski stror", unde fluviul este strîns de maluri stîncoase se proiectează construirea unui gigant energetic cu o putere de 20 milioane kW. Această uzină va putea debita anual pînă la 100 miliarde kWh, aproape de două ori mai mult decît vor debita în viitor toate UHE de pe Volga, energia produsă fiind cea mai ieftină din lume.

Proiectanţii şi constructorii vor trebui să învingă numeroase dificultăţi, întrucît Lena curge prin raioanele îngheţului veşnic; inginerii sovietici au însă experienţa lucrărilor din regiunile polare; ei vor rezolva în condiţii optime şi această problemă.

Din „Pravda" nr. 158/07.06.1963.

Turbogrupuri de putere limită. Constructorii U. R. E. S. „Cerepetoevskaia" montează un turbogenerator de 300 MW, care va funcţiona cu parametrii supracritici.

Simultan se pregătesc piesele pentru a doua turbină de acest tip. Pînă la sfîrşitul planului septenal se planifică instalarea a încă unui asemenea agregat. Astfel, puterea acestei uzine termoelectrice va creşte de la 600 MW la 1 500 MW.

Din „Pravda" nr. 148/28.05.1963

Un cablu răcit cu apă. La uzina electrică Bankside din Londra s-a folosit pentru prima dată un cablu de înaltă tensiune cu răcirea prin apă. Acest cablu este instalat între un generator şi un transformator al uzinei şi trebuie să transmită o putere de 12 MW.

Din ETZ-B nr. 11/1962

Euraflon se numeşte un material produs în Germania federală, care, din punct de vedere electrotehnic, are o aplicaţie foarte largă. Acest produs (politetrafluoretilen) este de culoare alb-lăptoasă, în straturi subţiri este transparent şi este necombustibil. Poate fi folosit ca material izolant de temperatură, de la −200 pînă la 300°C. Este rezistent la majoritatea chimicalelor şi la influenţe meteorologice.

Factorul său pentru pierderile dielectrice, la frecvenţe pînă la 10 Hz, este de la 0,0003 pînă la 0,0005.

Rezistenţa sa la străpungere electrică atinge, după grosime, 400 pînă la 800 kV/cm şi este pînă la +200°C complet independentă de încălzire. Rezistenţa de izolaţie nu este influenţată de umiditate şi depăşeşte 10^{15} Ω cm.

Rezistenţa superficială pentru 100% de umiditate relativă şi condensarea apei la suprafaţă, este de circa 10^{13} Ω cm. Euraflonul poate fi folosit fie pur, fie cu diferite adaosuri (de exemplu, fibre sticloase, pulbere metalică etc.). Se livrează de asemenea, sub formă de fibre, ţesuturi, pîslă şi ca lac sau clei.

Din „Elektro-Anzeiger" nr. 8/1962

Uzină termoelectrică în aer liber. În R.S.S. Azerbaidjană s-a terminat construcţia uzinei termoelectrice „Ali Baizamli", a cărei putere totală este de 600 MW. Această uzină este în felul ei o raritate, întrucît nu are o clădire pentru secţia de maşini. Toate instalaţiile, inclusiv turbinele cu generatoare electrice, sînt amplasate direct sub cerul liber. Prin aceasta se reduc substanţial volumul şi durata construcţiei. În uzină se arde gaz metan care este captat aici direct din sondă. Exploatarea este complet automatizată şi uzina este una dintre cele mai economice din U.R.S.S. Energia electrică produsă se transmite prin reţeaua transcaucaziană, în republicile vecine R.S.S. Georgiană şi Armeană.

Din „Elektrotehnik" nr. 12/1962

Instalaţii ultrasonice pentru curăţirea aerului. Oamenii de ştiinţă sovietici au elaborat noi instalaţii ultrasonice pentru epurarea aerului de diferite substanţe chimice, funingine şi praf. Contrar dispozitivelor de pînă azi de tip similar de curăţare, la care undele ultrasonice sînt dirijate paralel cu fluxul de aer de curăţat, la instalaţia nouă una este îndreptată perpendicular pe fluxul aerului. Oscilaţiile ultrasonice contribuie la acumularea particulelor invizibile, formîndu-se în acest mod particule mai mari, care pot fi captate mai uşor. Instalaţia reţine şi particulele care treceau liber prin toate celelalte dispozitive de epurare.

Cu ajutorul unui reflector special, ultrasunetele dirijează aerul purificat în sens opus faţă de impurităţile acumulate. Instalaţiile folosite pînă acum prezentau marele dezavantaj că aerul curăţat se amesteca parţial cu impurităţile înlăturate, cea ce micşora eficacitatea procedeului. Instalaţiile noi au corespuns foarte bine în diferite exploatări.

Din „Energietechnik" nr. 5/1962

Cel mai mare generator electric construit pînă în prezent în R. P. Ungară este alternatorul sincron de 50 MW cu răcire prin apă, care recent a fost dat în exploatare la Budapesta.

Din „Elektrotechnik" nr. 4/1963

COMITETUL DE REDACŢIE

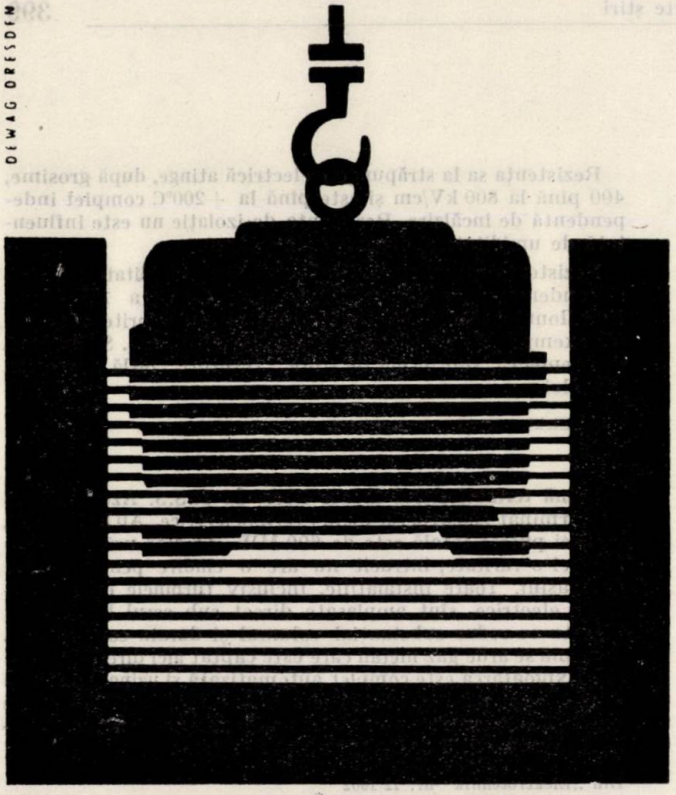
Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAME CU, redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ŞT. GROZU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULET; ing. ST. ŢIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „Electrotehnica", organ al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. — Redacţia şi administraţia Bucureşti, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.M.C.M. Abonamentele se primesc la Administraţia revistei. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice MMCM — cont 026.002 B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23—25, Bucureşti. c. 4287

41 400

MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT OFSZ

DEWAG DRESDEN



silikonlack

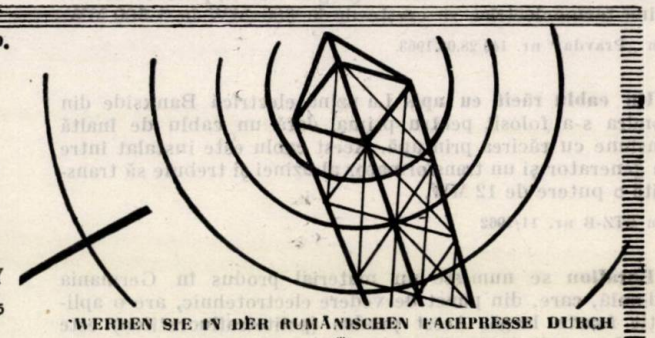
Lacurile siliconice se utilizează ca liant în fabricarea plăcilor, benzilor şi stratificatelor izolante refractare de calitate superioară.
Lacurile siliconice elastice se aplică cu precădere la impregnarea conductoarelor sau bobinajelor înfăşurate cu fibre din sticlă sau a bobinajelor şi ţesăturilor cu fire din sticlă.
Maşinile care posedă izolaţie siliconică îmbătrînesc foarte lent şi sînt insensibile la suprasarcini mari şi la condiţii tropicale.
Se pot livra lacurile: L 150, L 151, L 152, L 565 (180°C), L 5088, 5089 (155°C).

VEB CHEMIEWERK NÜNCHRITZ
Nünchritz über Riesa
REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

FOR ADVERTISEMENTS IN RUMANIAN PERIODICALS APPLY TO.

Modern, efficient advertising on the Rumanian market in full progress of economic development

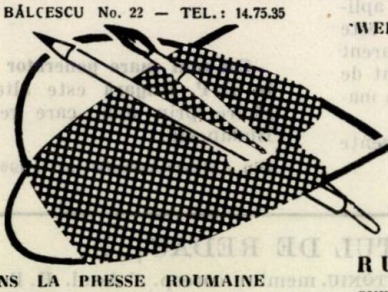
RUMANIAN PUBLICITY AGENCY
BUCHAREST, RUMANIA — B-DUL N. BĂLCESCU No. 22 — TEL.: 14.75.35



WERBEN SIE IN DER RUMÄNISCHEN FACHPRESSE DURCH

Moderne und wirksame Reklame auf dem aufstrebenden rumänischen Markt

RUMÄNISCHE WERBEAGENTUR
BUKAREST, RUMANIEN — B-DUL N. BĂLCESCU 22 — FERNRUF: 14.75.35



FAITES VOTRE PUBLICITÉ DANS LA PRESSE ROUMAINE DE SPÉCIALITÉ EN VOUS ADRESSANT À

Réclame moderne, frappante, efficace, s'adressant au marché roumain en pleine évolution économique

AGENCE ROUMAINE DE PUBLICITE
BUCAREST, ROUMANIE — B-DUL N. BĂLCESCU No. 22 — TEL. 14.75.35

SOMMAIRE

CD 621.313.13.002.2 :519.2

Todor, F. : **Méthodes de la statistique mathématique appliquées au contrôle de la qualité des moteurs électriques de basse puissance fabriqués en séries moyennes et grandes.**
Electrotehnica 11 (1963), no. 10, p. 361–368

On déduit les relations mathématiques sur lesquelles est fondé le contrôle statistique des principaux paramètres de quelques échantillons prélevés selon certaines règles et on les applique au contrôle des moteurs électriques fabriqués en série. On démontre les avantages qui découlent de l'application des méthodes statistiques.

CD 621.314.63 : 621.33 : 625.62

Saal, C. et *Gust, C.* : **L'utilisation des redresseurs à semi-conducteurs dans le transport électrique urbain.**
Electrotehnica 11 (1963), no. 10, p. 369–375

On expose les caractéristiques et les avantages des redresseurs à semi-conducteurs de puissance, on étudie les perspectives de leur utilisation (pour les redresseurs à silice surtout) dans les sous-stations de redressement destinées au transport électrique urbain. Les auteurs décrivent une installation de redressement automatique de 1 kA, 0,825 kV, équipée avec des diodes de puissance à silice, 200 A, 600 V, tension inverse.

CD 621.315.211.2.048.1 : 621.315.616

Cruceru, C. : **L'isolation et la protection des câbles et des conducteurs électriques à l'aide des matières thermoplastiques et des caoutchoues synthétiques.**
Electrotehnica 11 (1963), no. 10, p. 376–383

On étudie l'importance de l'isolation à l'aide des matières plastiques et des élastomères synthétiques et on analyse la construction et la technologie de la fabrication des principaux types de câbles exécutés en Roumanie.

CD 621.327.311 : 628.931.033.4

Cividjian, A. Gr. : **Une relation pour l'appréciation du degré de clignotement des systèmes d'éclairage fluorescent.**
Electrotehnica 11 (1963), no. 10, p. 383–386

On déduit une relation qui permet l'appréciation quantitative du degré de clignotement des ensembles formés de lampes fluorescentes et on donne son application à l'établissement du projet des installations modernes d'éclairage.

COMPTES RENDUS 386–389
EXTRAITS 389–393
TRAVAUX DE LA CIGRÉ 394–396
NÉCROLOGIE 397–398
CHRONIQUE 398
BRÈVES NOUVELLES 399

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.001.6

Wilhelms, H. : **Tendințe în evoluția construcțiilor de mașini electrice**. In : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 7, 8 apr 1963, p. 218—225, 14 fig.

CZ 621.313.2.001.6

Wessel, R. : **Tendințe în dezvoltarea mașinilor de curent continuu**. In : Elektrotechnik **45**, nr. 8, 23 mart 1963, p. 127—129.

CZ 621.313.33.016.1

Becker, O. : **Influența înclinației ancoșelor rotorului asupra alurii cuplului mașinilor asinerone**. In : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 6, 25 mart 1963, p. 187—193, 17 fig., 4 ref. bibl.

CZ 621.313.333—531.6:621.316.718.5

Holan, J. : **Model analogic pentru reglarea automată a turației unui motor asincron**. In : Elektrotechn. Obz. **51**, nr. 12, dec. 1962, p. 626—633, 23 fig., 8 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMATOARE

CZ 621.314.21—784.2

Rajkai, W. : **Ventilarea naturală și artificială a transformatoarelor**. In : Épületgépészet, nr. 6, dec 1962, p. 220—222, 4 fig.

CZ 621.314.21.013.1

Braisford, F. și *Mazza, V. R.* : **Repartiția fluxului în transformatoare**. In : Electr. Rev. 171, nr. 25, 21 dec 1962, p. 979—980, 1 fig.

CZ 621.314.222.6:338.062.219.3

Komáromi, S. : **Metodă practică de exploatare economică a transformatoarelor industriale**. In : Villamosság **10**, nr. 12, dec 1962, p. 372—376, 1 fig., 1 tab., 1 ref. bibl.

CZ 621.314.241.072.1:621.318.3

Günther, G. : **Instalație de curent constant cu un electromagnet**. In Elektrotechn Z. (ETZ-B) **15**, nr. 7, 1 apr 1963, p. 175—176, 4 fig.

CZ 621.315.6 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE

CZ 621.315.615.2:66.02

Stall, P. : **Tratarea transformatoarelor prin mijlocul unei instalații de tratare și regenerare a uleiului**. In : Elektrizitätswirtsch. **62**, nr. 7, 5 apr. 1963, p. 224—227, 5 fig.

CZ 621.315.615.2.015.51

Lipștein, A. P. și *Stern, N. E.* : **Rezistența la gaze a uleiurilor de transformator în cîmp electric**. In : Vestn. Elektroprom. 34, nr. 2, 1963, p. 40—45, 6 fig. 1, tab., 6 ref. bibl.

CZ 621.315.617.4:543.422.4

Serboli, G. : **Aplicarea spectroscopiei infraroșii la analiza lacurilor izolante**. In : Brown Boveri Mitt. **34**, nr. 11/12, 1962, p. 576—590, 20 fig. 3 ref. bibl.

CONTENTS

DC 621.313.13.002.2 : 519.2

Todor, F. : **Mathematical statistics methods applied to the quality control of low-power electric motors produced in medium and large series.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 10, p. 361–368

One deduces the mathematical relations on which is based the statistical control of the main parameters of some samples taken according to certain principles. These relations are then applied to the fabrication control of serially produced electric motors. The advantages of statistical methods are pointed out.

DC 621.314.63 :621.33 :625.62

Saal, C., Gust, C. : **The utilization of semiconductor rectifiers in electrified urban transports.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 10, p. 369–375

After describing the characteristics and advantages of semiconductor rectifiers, the author discusses their prospective uses, especially of silicium rectifiers within the framework of rectifying substations used in electrified urban transports. The description is given of an automatized rectifying installation (1 kA, 0,825 kV) equipped with silicium power diodes (200 A, 600 V inverse voltage).

DC 621.315.211.2.048.1 : 621.315.616

Cruceru, C. : **The insulation and protection of electric cables and conductors by means of thermoplastic and synthetic rubbers.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 10, p. 376–383

After discussing the importance of the insulation of electric cables and conductors by means of plastics and synthetic elastomers, the author analyses the constructive features and fabrication technology of the main types of cables produced in our country.

DC 621.327.311 : 628.931.033.4

Cividjian, A. Gr. : **A relation for estimating the flaring degree in fluorescent lighting systems.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 10, p. 383–386

A relation allowing the quantitative estimation of the flaring degree in fluorescent lamp sets is being established and its application in designing modern lighting plants pointed out.

NEW BOOKS 386–389

ABSTRACTS 389–393

TRANSACTIONS OF THE CIGRÉ 394–396

NECROLOGUE 397–398

CHRONICLE 398

BRIEF NEWS 399

CZ 621.316 DISTRIBUȚIA ȘI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. CUPLAJ. COMUTAȚIE. INTRERUPTOARE.

CZ 621.316.35.017.7

Blass, E. și *Dörfer, K.* : **Probleme de încălzire a conductoarelor electrice în instalațiile electrice blindate.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 9, 6 mai 1963, p. 291—298, 13 fig., 1 tab., 6 ref. bibl.

CZ 621.316.722.1:621.382.2.012.2

Melchert, F. : **Montaj în punte cu diode Zener pentru producerea de curent continuu de constanță foarte ridicată.** În : Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **84**, nr. 9, 6 mai 1963, p. 277—280, 11 fig., 6 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317.326:621.382.3

Reichel, R.: **Un aparat tranzistorizat pentru măsurarea tensiunii de impuls utilizînd principiul autocompensației.** În : Nachrichtentechnik, **13**, nr. 6, 1963, p. 230—234, 8 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.317.725:621.385.8

Stanaitis, I. : **Voltmetru electronic.** În : Radio, nr. 12, dec. 1962, p. 29—31, 2 fig. 1, tab.

CZ 621.317.738

Rozov, V. : **Aparat pentru măsurarea capacității condensatoarelor fixe.** În : Radio, nr. 12, dec 1962.

CZ 621.319.4 CONDENSATOARE

CZ 621.319.4.035

Behn, R. ș.a. : **Autoformarea electrochimică în condensatoarele cu dielectric metalizat.** În : Siemens, Z. **36** nr. 11, noiembrie 1962, p. 808—811, 6 fig., 10 ref. bibl.

CZ. 621.319.4.064

Thaler, R. : **Conectarea fără reamorsare a bateriilor de condensatoare.** În : Bull. A.S.E. **53**, nr. 23, 17 noiemb. 1962, p. 1139—1145, 11 fig., 1 tab., 4 ref. bibl.

CZ 621.327.534 LĂMPI FLUORESCENTE ȘI LĂMPI CU LUMINESCENȚĂ

CZ 621.327.534.15

Lakatos, G. și *Szemző, I.* : **Factorii care influențează tensiunea de aprindere a lămpilor tubulare cu fluorescență.** În : Villamossàg **10**, nr. 12, dec. 1962, p. 358—363, 10 fig. , 1 tab., 13 ref. bibl.

CZ 621.327.534.15

Novik, A. : **Străpungerea și dezvoltarea descărcării în lămpile cu luminescență cu aprindere fără starter.** În : Svetotehnika **8**, nr. 12, dec. 1962, p. 4—8, 5 fig., 10 ref. bibl.

CZ 621.327.534.15:628.98

*** * * Încercări de oboseală fiziologică în cazul iluminatului cu lămpi cu fluorescență tubulare alimentate la 50 Hz și la frecvențe înalte.** În : J. équipement électr. et électron., nr. 219, dec 1962, p. 79—85, 5 fig., 3 tab.. 1 ref. bibl.

MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963

INSTRUMENTE ELECTRICE ŞI TERMICE PENTRU MĂSURĂRI ÎN UZINE ŞI LABORATOARE:

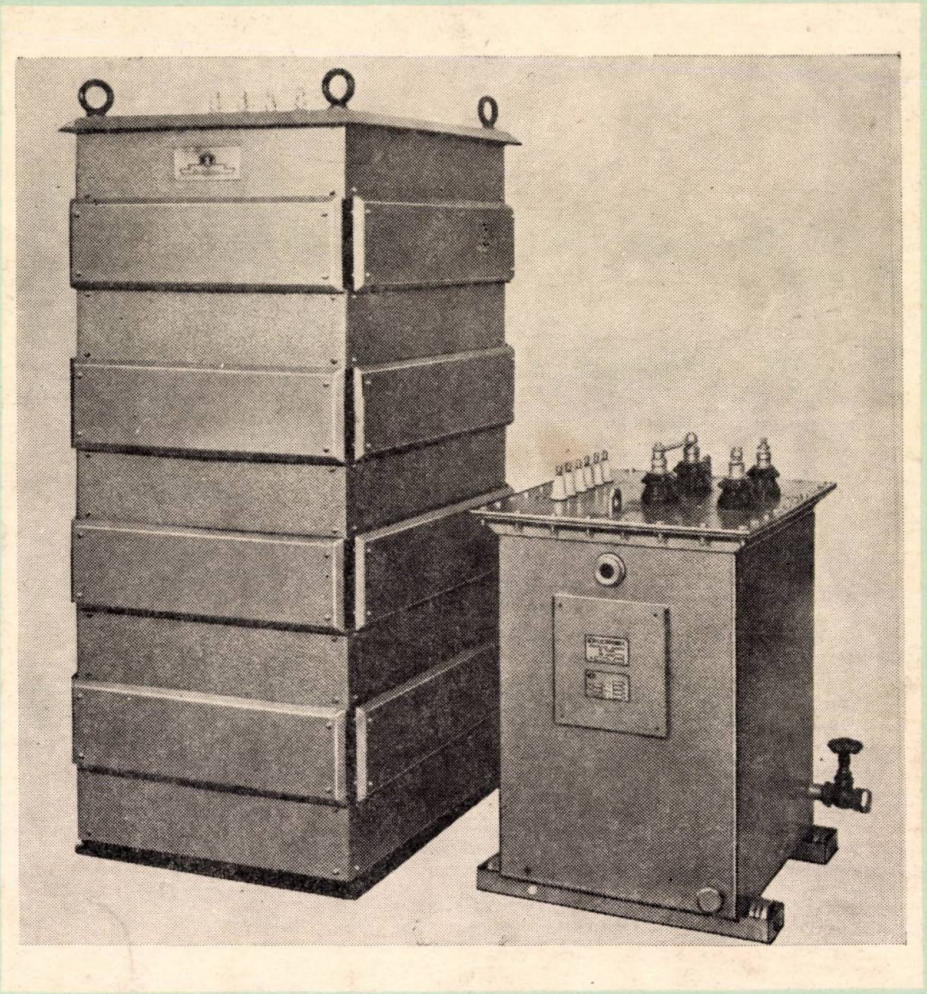
INSTRUMENTE PENTRU TABLOURI DE DISTRIBUŢIE, AMPERMETRE, VOLTMETRE PORTATIVE ŞI DE PRECIZIE

- PUNŢI DE MĂSURĂ DE PRECIZIE
- INSTRUMENTE UNIVERSALE
- APARATE PENTRU REGLAJUL TEMPERATURII
- INDICATOARE DE TEMPERATURĂ
- TERMOCUPLE LINIARE
- TERMOCUPLE CU REZISTENŢĂ
- POTENŢIOMETRE TERMICE

EXPORTĂ: **METRIMPEX**

Societate ungară peutru comerţul exterior
Căsuţa poştală: Budapesta 62.BP 202 Ungaria
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST

METRIMPEX M BUDAPEST



Fotografia de pe coperta I reprezintă un aspect din fabricația tabloului de camandă TC G_1 — destinat unui concasor giratoric, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă un amplificator magnetic de putere cu redresor AMSU—55 kVA.

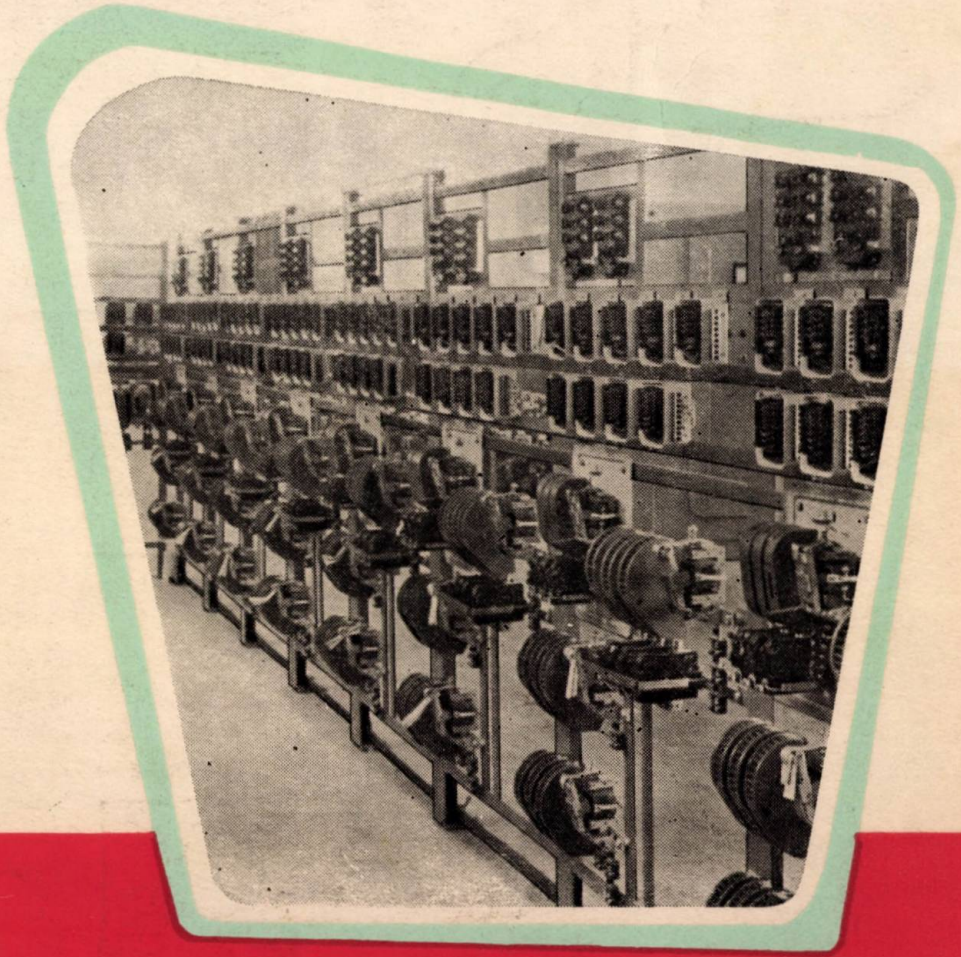
I. P. „Informația", c. 4287

LEI 5

E 2040

R

ELECTROTEHNICA

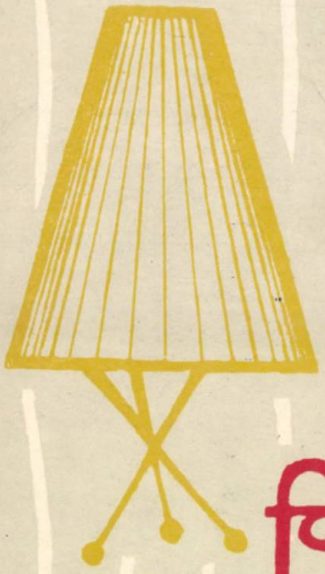


11-12

Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 11 ★ nr. 11—12 ★ p. 401—464 ★ nov.—dec. 1963

EL-BA

Electro Banat



fabrică:

• CANDELABRE • ACCESORII PENTRU CANDELABRE • LĂMPI PENTRU NOPTIERE • DULII • LANTERNE • APARATAJ DE JOASĂ TENSIUNE • BATERII • PILE ELECTRICE • CORPURI DE ILUMINAT PENTRU VEHICULE • APARATAJ PENTRU VEHICULE

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 11 nr. 11—12 nov—dec 1963

CUPRINS

CZ 621.318.22.002.1 : 538.221

Cedighian, S.: **O privire generală asupra magneţilor permanenţi din aliaje Alni şi Alnico elaborate în ţară.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 401—407

Se dă o serie de amănunte în legătură cu diferitele aliaje Alni şi Alnico folosite în ţară, unele dintre ele corespunzînd unor compoziţii standard, altele elaborate special pentru a corespunde anumitor scopuri, cum sînt aliajele Alni 28 şi Alnico 15. În tabele şi sub formă de curbe de demagnetizare se dau caracteristicile magnetice ale diferitelor aliaje (valori minime şi optime).

CZ 621.312: 621.313.33.002.7

Oprendeck, B. şi *Băbuţia, I.*: **Asupra eficienţei controlului tehnic de serie al maşinilor de inducţie.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 408—415

Se analizează eficienţa tehnico-economică a controlului de serie al maşinilor de inducţie. Concluziile teoretice ale studiului sînt confirmate de un vast material experimental, constatîndu-se că unele din probe au eficienţă redusă. Se propune înlăturarea acestor deficienţe prin schimbarea conţinutului tehnic al acestor probe, indicîndu-se două alternative de rezolvare.

CZ 621.314.2.025.1 : 620.193.2

Brînceni, C. şi *Cotnăreanu, I.*: **O serie de transformatoare monofazate în ulei în execuţie tropicalizată.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 415—420

Se prezintă o serie de transformatoare monofazate avînd caracteristici electrice şi constructive corespunzînd normelor americane, ceea ce a impus soluţii noi în ţara noastră.

CZ 621.315.617.4 : 621.312

Lică, V.: **Materiale electroizolante pe bază de siliconi.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 420—426

Se tratează materialele electroizolante pe bază de siliconi din punct de vedere al influenţei tehnice asupra caracteristicilor maşinilor şi transformatoarelor în general. Totodată se prezintă materialele electroizolante realizate pe bază de siliconi.

CZ 621.316.545.1.002 (498)

Preda, M. şi *Herşcovivi, B.*: **Separatoare de putere realizate la uzinele „Electroputere" — Craiova.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 427—433

Autorii prezintă realizarea unor separatoare de putere folosind unele elemente cu caracter original. Articolul prezintă elementele constructive, parametrii tehnico-economici şi încercările efectuate pe aceste produse.

CZ 621.315.612.4 : 537.228.1

Marcus, B. şi *Melconian, V.*: **Elemente piezoelectrice din ceramică de $BaTiO_3$.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 433—440

În lucrare se prezintă problemele generale ale realizării elementelor piezoelectrice ceramice pe bază de $BaTiO_3$, este definit tensorul modul piezoelectric al ceramicii pe bază de titanat de bariu şi se stabileşte metodica de măsurare a acestuia. Se indică rezultatele obţinute la experimentări şi aplicaţiile acestor traductoare.

CZ 621-313.1: 621.317.39: 534.441

Bichir, N. şi *Vinaru, L.*: **Metode practice pentru măsurarea zgomotului maşinilor electrice rotative.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11—12, p. 440—445

Lucrarea are ca scop stabilirea unei metode de măsurare care să permită o apreciere obiectivă a zgomotului maşinilor electrice.

RECENZII — REFERATE — CRONICĂ — SCURTE ŞTIRI
INVENŢII — SUMAR ANUAL — TEMATICA PE ANUL 1964

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.318.22.002.1 : 538.221

Чедигиан С.: **Общий обзор постоянных магнитов из сплавов „Alni" и „Alnico", выработанных в стране.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 401–407

Даётся ряд подробностей в связи с различными спавами „Alni" и „Alnico", применяемых в стране; причем некоторые из них соответствуют стандартным составам, а другие как сплавы „Alni 28" и „Alnico 15", разработаны особо для определённых целей. В таблицах и в виде кривых размагничивания указываются магнитные характеристики различных сплавов для минимальных и оптимальных величин.

ДК 621.312: 621.313.33.002.7

Опрендек Б. и Бэбуцца И.: **Об эффективности серийного технического контроля индукционных машин.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 408–415

Анализируется техно-экономическая эффективность серлйного контроля индукционных машин. Теоретические заключения изучения подверждаются обширными экспериментальными данными; при этом наблюдается, что некоторые образцы обладают сниженной эффективностью. Предлагается предотвращение этих недостатков путём замены технического содержания данных образцов.

ДК 621.314.2.025.1 : 620.193.2

Брынчени Ч. и *Котнэрену И.*: **Серия однофазных масляных трансформаторов в тропикализированном исполнении.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 415–420

Представлена серия однофазных трансформаторов с конструктивными и электрическими характеристиками которые соответствуют американским нормам, что и повело к применению новых решений в нашей стране.

ДК 621.315.617.4 : 621.312

Ликэ В.: **Электроизоляционные материалы, разработанные на основе силиконов.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 420–426

Приводятся электроизоляционные материалы на основе силиконов, с точки зрения технического влияния на характеристики машин и трансформаторов в частности. Одновременно представлены электроизоляционные материалы на основе силиконов, выработанные.

ДК 621.316.545.1.002 (498)

Преда М. и *Хершкович Б.*: **Мощные разъединители изготовляемые на заводе „Электропутере" в городе Крайова.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 427–433

Аторы указывают на производство мощных разъединителей, применяя некоторые элементы оригинального свойства. В статье приводятся конструктивные элементы, техноэкономические параметры и испытание данных элементов..

ДК 621.315.612.4 : 537.228.1

Маркус Б. и *Мегкониан В.*: **Пьезоэлектрические керамические элементы на основе $BaTiO_3$.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12, стр. 433–440

В работе приводятся общие задачи по осуществлнию пьезоэлектрических керамических элементов, на основе $BaTiO_3$. Даётся определение тензора пьезоэлектрический модуль керамики на основе $BaTiO_3$ и устанавливается методика его измерения.

ДК 621.313.1: 621.317.39: 534.441

Бикир, Н. и *Винару, Л.*: **Практические методы измерения шума вращательных электрических машин.**

Electrotehnica 11 (1963), № 11–12 стр. 440–445

Цель настоящей работы заключается в определении метода измерения, допускающего объетивную оценку шума электромашин.

РЕЦЕНЗИИ – РЕФЕРАТЫ – ХРОНИКА – КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ – ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО – АЛФАВИТНЫЙ ПРЕДМЕТНЫЙ – ТЕМАТИКА НА 1964 ГОД

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.318.22.002.1 : 538.221

Cedighian, S. : **Eine allgemeine Übersicht der im Inlande mit der Alni- und Alnicolegierungen hergestellten Dauermagneten.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 401–407

Es wird eine Reihe von Einzelnheiten über die in unserem Lande verwendeten Alni- und Alnicolegierungen mitgeteilt, darunter einige gemäss einer Standardzusammensetzung und andere besonderes hergestellt, damit sie den bestimmten Zwecken entsprechen wie z. B. die Legierungen Alni 28 und Alnico 15. In Tabellenform und in Entmagnetisierungskurvenform werden die magnetischen Eigenschaften der verschiedenen Legierungen (mindenst — und günstigste Werte) angegeben,

DK 621.312: 621.313.33.002.7

Oprendeck, B. und *Băbuția, I.* : **Ueber die Wirksamkeit der technischen Reihenmässigen Kontrolle der Induktionsmaschinen.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 408–415

Es wird die technischwirtschaftliche Wirksamkeit der reihenmässig Kontrolle der Induktionsmaschinen analysiert. Die theoretischen Schlussfolgerungen der Arbeit werden von einem reichhaltigen Untersuchungsmaterial bestätigt unter der Feststellung dass einige dieser Prüfungen untergeordnete Wirksamkeit aufweisen. Es wird die Beseitigung dieser unzulässigen Ergebnisse durch die Aenderung des technischen Inhaltes dieser Prüfungen unter Angabe zweier Lösungsvarianten vorgeschlagen.

DK 621.314.2.025.1.620.193.2

Brînceni, C. und *Cotnăreanu, I.* : **Eine einphasige Oeltransformatorenreihe in Troppenausführung.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 415–420

Es wird eine einphasige Transformatorenreihe die elektrische und konstruktive Charakteristiken entsprechend der amerikanischen Vorschriften aufweisen, vorgelegt.

DK 621.315.617,4 : 621.312

Lică, V. : **Elektroisoliermaterialien auf Siliconbasis.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 420–426

Es werden Elektroisolierstoffe mit Rücksicht auf den Einfluss auf die charakteristischen Daten der elektrischen Maschinen und Transformatoren im Allgemeinen behandelt. Es werden gleichzeitig die elektrischen Isolierstoffe die in unserem Lande auf Siliconbasis hergestellt werden vorgeführt.

DK 621.316.545.1.002 (498)

Preda, M. und *Herşcovici, B.* : **Leistungstrennschalter die bei Electroputere hergestellt sind.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 427–433

Die Verfasser legen die Ausführung einiger Leistungstrennschalter die manche originelle Elemente verwenden vor. Der Aufsatz erwähnt die originellen Konstruktionselemente, die technich-wirtschaftliche Merkmale, und die Prüfungen denen diese Erzeugnisse unterworfen worden sind.

DK 621.315.612.4 : 537.228.1

Marcus, B. und *Melconian, V.* : **Piezoelektrische Elemente aus keramischem $BaTiO_3$.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 433–440

In der Arbeit werden die allgemeinen Herstellungsfragen der piezoelektrischen Elemente auf keramischer $BaTiO_3$ — Basis dargestellt. Es wird der piezoelektrische Tensormodul der auf $BaTiO_3$ — keramischer Basis bestimmt mit der gleichzeitigen Feststellung der Messungsmethode desselben. Es werden die erhaltenen Versuchsergebnisse und die Anwendung dieser Traduktoren angegeben.

DK 621.313.1:621.317.39:534.441

Bichir, N. und *Vinaru, L.* : **Praktische Methoden zum Geräuschmessen der elektrischen Maschinen.**

Electrotehnica 11 (1963), H. 11–12, S. 440–445

Der Aufsatz bezweckt die Bestimmung einer Messmethode welche die objektive Beurteilung des Geräusches elektrischer Maschinen gestattet.

BUCHBESPRECHUNGEN — REFERATE — CHRONIK KURZBERICHTE — ERFINDUNGEN — INHALTSVERZEICHNIS DES JAHRES 1963 — DIE THEMATIK FÜR 1964

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR din R.P.R.

Anul 11 nr. 11—12 Bucureşti, nov—dec 1963

OMSZ MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

O privire generală asupra magneţilor permanenţi din aliaje Alni şi Alnico elaborate în ţară

Suren Cedighian* — Bucureşti

Bazele fabricării în ţară a magneţilor permanenţi din aliaje Alni şi Alnico au fost puse în anul 1950. Treptat, s-au elaborat diferite aliaje acoperind întreaga gamă pentru necesităţile interne. O parte din aceste aliaje ca şi cele prezentate mai jos sînt similare unor produse străine standardizate avînd, practic, aceeaşi compoziţie şi caracteristici magnetice echivalente.

CZ 621.318.22.002.1 : 538.221

Aliajele Alni şi Alnico** nu sînt cunoscute îndeaproape la noi în ţară şi, de aceea, este necesar să fie date unele amănunte. În primul rînd, trebuie arătat că, datorită caracteristicilor magnetice superioare faţă de alte aliaje, magneţii fabricaţi din Alni şi Alnico sînt cel mai des folosiţi, preţul lor de cost pe unitatea de volum fiind mai mic decît al magneţilor fabricaţi din alte aliaje, dacă se ţine seamă de cifra de calitate. De asemenea, stabilitatea lor la variaţii de temperatură, la şocuri, la vibraţii şi la cîmpuri demagnetizante este mare.

Ca un dezavantaj trebuie menţionat că magneţii fabricaţi din aliajele Alni şi Alnico sînt casanti, greu de prelucrat şi nu rezistă la solicitări mecanice pronunţate.

De asemenea, un fapt puţin cunoscut în ţara noastră, menţionat în anumite norme străine, este acela că tehnica modernă nu a reuşit turnarea magneţilor din Alni şi Alnico fără o serie de defecte, ca: fisuri, crăpături, ştirbituri, sufluri şi goluri care, în anumite împrejurări, limitează folosirea acestor magneţi şi afectează rezistenţa lor mecanică.

Elaborarea magneţilor din aceste aliaje întîmpină greutăţi mari din cauza tehnologiei complicate, în special a determinării şi menţinerii timpului critic de răcire a diferitelor forme şi mărimi de magneţi, factor principal pentru obţinerea caracteristicilor magnetice optime. Aşa se explică diferenţele destul de însemnate ale caracteristicilor magnetice la magneţii rezultaţi chiar din aceeaşi şarjă. Tot din cauza timpului critic de răcire, caracteristicile magnetice garantate prin norme se limitează la anumite forme şi mărimi de magneţi. Pentru secţiuni mai mari sau mai mici decît cele normalizate şi forme complicate se prevăd cifre mai scăzute. Pentru obţinerea unor valori optime ale performanţelor magnetice, aliajele Alni trebuie răcite într-un timp mai scurt decît cele Alnico, de unde reiese că este necesar să fie ales aliajul corespunzător pentru secţiunea şi mărimea magnetului dorit.

Aliajele Alni şi Alnico cu proprietăţile magnetice optime se obţin printr-un tratament termic de călire prin precipitare, la care o fază cu o anumită magnetizare de saturaţie este fin dispersată în altă fază cu magnetizare de saturaţie diferită. Tratamentul termic aplicat constă, de obicei, în încălzirea magnetului la o temperatură înaltă, cu răcire lentă. Structura aciculară obţinută şi anizotropia de formă a particulelor mici determină caracterul lat al curbei histerezis.

La aliajele cu un conţinut bogat de cobalt, în special la unele cu un anumit raport al elementelor componente, la răcirea magneţilor de la o temperatură înaltă şi cu o viteză bine determinată, într-un cîmp magnetic puternic, particulele precipitatului capătă o formă alungită în direcţia cîmpului aplicat. Mărimea particulelor mici de ordinul domeniilor elementare

---

* Dr. ing. *S. Cedighian* este şeful turnătoriei de magneţi, la uzina „Electromagnetica".

** După recomandaţiile C.A.E.R. aceste aliaje sînt denumite, Nial respectiv Conial.

izolate(monodomenii) și anizotropia de formă explică caracteristicile magnetice cu ajutorul teoriei particulelor fine.

Proprietăți magnetice și mai bune se obțin la aliajele Alnico menționate, prin orientarea cristalitelor în timpul solidificării aliajului prin eliminarea dirijată a căldurii. La aliajele astfel răcite, pentru dirijarea domeniilor se aplică tratamentul termic în cîmpul magnetic descris.

La aliajele Alni și Alnico se adaugă deseori, pe lîngă elementele de bază, și cupru, uneori titan și rareori niobiu sau alte elemente ca zirconiu, litiu etc.

Cuprul, ca element de aliere pînă la 6%, are o influență favorabilă asupra timpului critic de răcire și permite astfel turnarea unor magneți cu forme complicate și secțiuni variabile; el mărește cîmpul coercitiv al aliajului, scade însă inducția de saturație. Aproape toate aliajele Alni și Alnico folosite în prezent conțin și cupru.

De asemenea, titanul mărește cîmpul coercitiv în detrimentul inducției remanente, care scade cu creșterea conținutului de titan. Titanul anulează parțial efectul dăunător al carbonului și face aliajul mai puțin sensibil la micile variații ale compoziției stabilite. Cu creșterea conținutului de titan crește fragilitatea aliajului. În majoritatea cazurilor, titanul se introduce sub formă de ferotitan, care este un material foarte ieftin.

Niobiul, ca adaos (0,3—2%), mărește cîmpul coercitiv fără a pricinui scăderea inducției remanente; el este mai rar folosit decît cuprul sau titanul, chiar sub formă de feroniobiu, care conține multe alte elemente și impurități; niobiul pur este foarte costisitor.

Mărimea, secțiunea, forma, precum și caracteristicile magnetice și proprietățile mecanice determină alegerea aliajului și a adaosurilor respective. Alegerea aliajului trebuie lăsată în seama furnizorului care elaborează șarjele și este mai în măsură să determine compoziția optimă scopului urmărit și să facă, la nevoie, micile modificări și corectări, după necesitate.

Înainte de discutarea aliajelor fabricate la noi în țară este bine de a se arăta că, pentru comparația cu produsele străine, trebuie date o serie de lămuriri în privința denumirii aliajelor și a stabilirii caracteristicilor magnetice, întrucît nu există o convenție acceptată și fiecare țară dă, pentru același aliaj, o altă denumire sau adoptă unele folosite curent, chiar dacă acestea nu sînt raționale. Așa de exemplu, literatura americană denumește Alnico orice aliaj Alni sau Alnico, ceea ce dă loc la confuzii.

Caracteristicile magnetice ale diferitelor aliaje sînt date în diferitele norme sau prospecte străine, în valori optime, medii sau minime, deseori fără altă precizare. Unul și același aliaj apare uneori în aceeași carte, cu valori ale cifrei de calitate diferite, pentru că datele sînt culese din surse diferite, unele indicînd valorile maxime, altele cele minime sau medii.

Ca un exemplu se poate da aliajul Alnico 24, cunoscut sub diferite denumiri, ca: Magnico, Alnico V, Ticonal, Alnico 400, Ugimax, Alcomax etc., pentru care se indică o cifră de calitate de la $3{,}8-5{,}5\cdot10^6$ Gs.Oe.

GOST — 4402 care se referă la magneți arată, pe lîngă denumirea aliajului, și conținutul de nichel pentru aliajele Alni și de cobalt pentru cele Alnico, eliminînd astfel orice confuzie. În privința caracteristicilor magnetice se arată că datele sînt cele minime pentru care se garantează.

Ultima ediție DIN 17410, care a intrat în vigoare la 1 ianuarie 1963, denumește aliajele, ca și în trecut, cu Alni și Alnico, urmate de o cifră rotunjită care corespunde, prescurtat, aproximativ cifrei de calitate, de exemplu Alnico 400; în tabela 1 se arată că cifra de calitate pentru acest aliaj este de $3{,}8\cdot10^6$ Gs·Oe, exact cît se prevede și în GOST pentru aliajul corespunzător.

În ceea ce privește valorile pentru inducția remanentă și inducția în punctul optim de funcționare, precum și cîmpul coercitiv și cel în punctul optim, în DIN se precizează că aceste valori sînt orientative.

Se menționează, de asemenea, că valorile cifrei de calitate din normă se garantează pentru magneți sub formă de bară, cu volumul cuprins

Tabela 1

Caracteristicile magnetice ale aliajelor Nial și Conial fabricate în R.P.R.

Denumirea	Inducția remanentă		Cîmpul coercitiv		Inducția în punctul optim		Cîmpul în punctul optim		Cifra de calitate	
	B_r, Gs	B_r, Wb/m²	H_c, Oe	H_c, A/m.10⁴	B_0, Gs	B_0, Wb/m²	H_c, Oe	H_c, A/m.10⁴	$(BH)_{max}$, Gs·Oe. 10⁶	$(BH)_{max}$, J/m³
Nial 22/0,7	6 300— 7 000	0,63—0,70	250—300	2,0 —2,40	4 000	0,40	175	1,39	0,7	5 570
Nial 23/0,8	5 900— 6 500	0,59—0,65	300—360	2,40—2,87	3 700	0,37	215	1,73	0,80	6 360
Nial 24/0,9	5 500— 6 300	0,55—0,63	400—450	3,20—3,60	3 500	0,35	260	2,07	0,90	7 160
Nial 25/0,95	5 200— 6 000	0,52—0,60	430—500	3,40—4,00	3 500	0,35	270	2,15	0,95	7 550
Nial 28/1,0	5 000— 6 000	0,50—0,60	440—550	3,50—4,40	3 400	0,34	295	2,35	1,00	7 960
Conial 12/1,4	6 400— 7 200	0,64—0,72	480—540	3,80—4,30	4 300	0,43	320	2,55	1,37	10 800
Conial 15/1,6	7 000— 8 000	0,70—0,80	550—620	4,40—4,90	4 600	0,46	350	2,79	1,60	12 740
Conial 24/3,8	11 500—12 500	1,15—1,25	500—550	4,00—4,40	9 400	0,94	405	3,23	3,80	30 250
Conialti 24/3,8	10 500—11 500	1,05—1,15	550—600	4,40—4,80	8 500	0,85	450	3,58	3,80	30 250

între 2 și 200 cm^3, însă cu lungimea minimă de 8 mm.

În privința defectelor de turnare se arată că reclamațiile beneficiarului sînt întemeiate dacă folosirea magneților devine, practic, imposibilă beneficiarul fiind obligat a da posibilitate furnizorului să se convingă de aceasta.

La denumirea diferitelor aliaje noi s-au ales, după linia trasată de C.A.E.R., Nial pentru aliajele Alni și Conial pentru cele Alnico. Pentru identificarea aliajelor s-a indicat conținutul de nichel la aliajele Nial și de cobalt la cele Conial. Cifrele care urmează arată cifra de calitate prescurtată în $Gs.Oe \cdot 10^6$. De exemplu, Conial 24/3,8 este aliajul care conține 24% cobalt și are cifra de calitate $3{,}8 \cdot 10^6$ Gs.Oe.

Valorile inducției remanente și ale cîmpului coercitiv variază pentru același aliaj în anumite limite, unei valori mai ridicate a inducției corespunzîndu-i o valoare mai scăzută a cîmpului coercitiv, și invers. S-au indicat în tabela 1 limitele practice pentru aceste valori. De asemenea, valorile inducției și ale cîmpului în punctul optim variază, produsul lor trebuie să asigure însă cifra de calitate minimă garantată pe epruvete cilindrice de 15—30 mm diametru și de 15—100 mm lungime sau bare paralelipipedice corespunzătoare dimensiunilor indicate pentru cilindri. Dacă dimensiunile magneților depășesc aceste limite sau magneții au forme complicate, valorile cifrei de calitate pot fi mai mici cu pînă la 15%. Cele arătate sînt valabile dacă s-a ales pentru magnetul solicitat și aliajul corespunzător. În acest scop sînt utile unele indicații pentru diferitele aliaje Nial și Conial.

Aliajele Nial 22 și Nial 23 sînt caracterizate prin inducție relativ ridicată și cîmp coercitiv scăzut. Ele necesită o răcire rapidă după turnare, magneții fiind demulați la o temperatură între 1 150 și 1 200°C și lăsați să se răcească în aer, fiind intinși pe o plasă metalică, pentru răcire uniformă; astfel se elimină tratamentele termice de călire și revenire, în special pentru magneții cu dimensiuni reduse. Pentru magneții de secțiune mare, răcirea trebuie forțată (aer suflat). În țara noastră se toarnă din aceste aliaje magneți cu dimensiuni reduse și cu greutate pînă la 40 g, preferînd pentru magneții mici aliajul Nial 22.

Aliajul Nial 24 are o inducție remanentă mai scăzută, în schimb cîmp coercitiv mai mare. Și la acest aliaj s-au eliminat tratamentele termice prin demulare, de la 1 200°C, a magneților pe plasă. Se folosește acest aliaj pentru magneți cu greutatea între 40 și 150 g.

Aliajul Nial 25 este un aliaj standard folosit foarte des și considerat ca avînd, dintre aliajele Nial, caracteristici magnetice optime. Și la acest aliaj tratamentele termice sînt eliminate, procedînd la demularea și la întinderea pe plasă a magneților de la 1 200°C. Cu acest aliaj se pot turna magneți în greutate de la 100—700 g. Dacă prin demularea pe plasă nu se obțin rezultate bune, se încearcă, pentru piesele cu secțiune mare, o răcire forțată (aer suflat) sau apă clocotită. La nevoie se repetă un tratament încălzind magneții pînă la 1 175—1 200°C, răcindu-i apoi cum s-a indicat; eventual se face și o revenire de 2—3 ore la 550—580°C, cu răcire lentă în cuptor.

Aliajul Nial 28 s-a elaborat la început experimental pentru magneți cu greutate mare și diferă, ca compoziție, de aliajele indicate în literatura de specialitate. Viteza critică de răcire se obține răcind magneții după turnare de la 1 250°C în apă clocotită, eliminînd astfel tratamentele ulterioare de călire și revenire, care se vor repeta la nevoie, în condițiile arătate și pentru Nial 25, călirea făcîndu-se însă de la 1 250°C în apă clocotită, iar revenirea, la 600°C timp de mai multe ore cu răcire lentă în cuptor.

Conținutul relativ ridicat de cupru, în comparație cu alte aliaje Nial și adaosul de ferotitan, au permis turnarea unor magneți cu greutatea între 700 și 2 000 g, fără ca magneții să se spargă la călirea bruscă în apă clocotită. De asemenea, s-au obținut caracteristici magnetice cel puțin echivalente cu cele ale aliajului Nial 25. Fiind vorba de un aliaj nou se dau caracteristicile magnetice pentru două probe.

Pentru magneți cu greutate mare și cu forme complicate, avînd variații de secțiune care, la călirea bruscă duc la fisuri însemnate și la spargerea magneților, problema s-a putut rezolva prin adăugare de cantități mici de ferovanadiu, rebuturile rezultate scăzînd la procente acceptabile. Este de menționat că literatura de specialitate nu prevede la aliajele Nial sau Conial un adaos de ferovanadiu. În lipsa acestui aliaj, magneții cu greutate și cu secțiune mare se realizau din aliaje Conial, care suportau o răcire lentă și a căror viteză critică de răcire la tratamente termice apăra magneții de defectele arătate (fisurare, spargere).

Prin realizarea acestui aliaj s-au făcut economii la consumul de cobalt, pentru magneții de dimensiuni mari, la care nu se cer caracteristici magnetice mai ridicate.

Aliajul Conial 12 are o compoziție optimă folosită în toate țările. Din acest aliaj se pot turna magneți mici și mari în greutate de cîteva kilograme. Se recomandă o răcire lentă după turnare (24 h), urmată de tratament de călire în aer de la 1 200°C și revenire de mai multe ore la circa 600°C. La menținerea unui timp critic de răcire, care trebuie stabilit pentru fiecare tip de magnet, tratarea lor se poate face după turnare, ca la magneții din aliaje Nial, eliminînd astfel călirea sau eventual ambele operații, cum se obișnuiește.

Conial 15 diferă, ca compoziție, de aliajele indicate în literatura de specialitate, situîndu-se, ca performanțe magnetice, între aliajele

sovietice Anko 2 și Anko 3 sau cele similare acestora. Compoziția, care a fost aleasă în urma experimentărilor, are avantajul că permite obținerea de caracteristici bune, magnetice și mecanice, la magneți de diferite mărimi, secțiuni și forme. Magneții tratați în cîmp magnetic de la 1 250°C dobîndesc proprietăți optime în direcția cîmpului aplicat, devenind anizotropi. Viteza de răcire în cîmp magnetic este mai puțin critică decît la aliajele cu conținut mai zirconiul scurtează timpul de tratare termică a magneților.

Caracteristicile magnetice optime se obțin după tratamentele termice, care constau în răcirea magneților de la 1 300°C într-un cîmp magnetic puternic de 3 000 Oe, cu o viteză critică între 0,8 și 1,2°C/s, urmată de o revenire de mai multe ore la 600°C cu răcire lentă în cuptor sau revenire fracționată. Tratamentele termice trebuie riguros respectate, altfel mag-

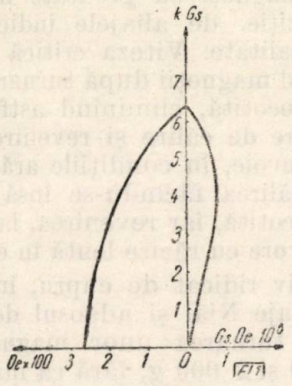


Fig. 1. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 22/0,7.

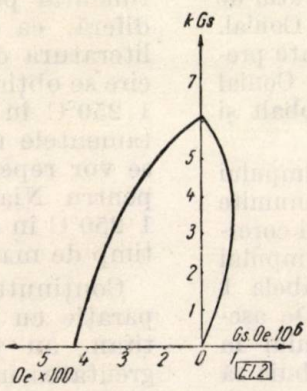


Fig. 2. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 23/0,8.

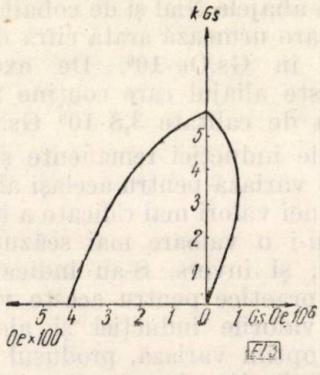


Fig. 3. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 24/0,9.

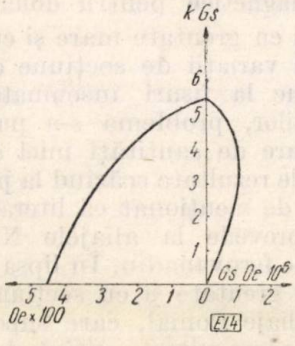


Fig. 4. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 25/0,95.

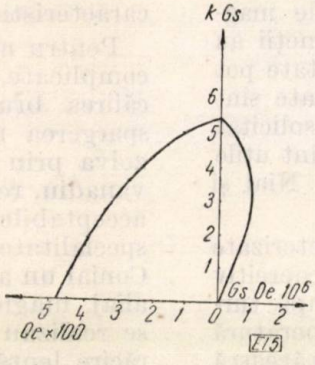


Fig. 5. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 28/1,0.

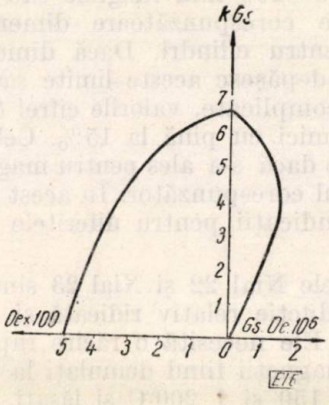


Fig. 6. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 12/1,4.

ridicat de cobalt, ceea ce reprezintă un mare avantaj la tratarea magneților de diferite secțiuni și mărimi.

Aliajul Conial 24, cunoscut sub diferite denumiri comerciale, ca : Magnico, Alnico V, Ticonal, Alnico 400 etc., este foarte răspîndit, avînd caracteristici magnetice mult superioare în comparație cu celelalte aliaje. Prețul de cost pe unitatea de volum este mai redus decît la alte aliaje, dacă se ține seamă de cifra de calitate. Compoziția chimică este aceea arătată în tabelă, totuși uneori se mai adaugă și cantități mici de alte elemente, ca : titan, niobiu, zirconiu etc., care îmbunătățesc în oarecare măsură caracteristicile magnetice, titanul mărind cîmpul coercitiv însă în detrimentul inducției remanente; niobiul, de asemenea, mărește cîmpul coercitiv, fără însă a afecta inducția remanentă, iar neții rezultați sînt mai slabi decît la orice alt aliaj. Prin tratamentul indicat, magneții devin anizotropi în direcția cîmpului aplicat. Timpul critic de tratare limitează mărimea magneților, altfel se nasc probleme complicate de tratare. De asemenea, sînt preferate formele cilindrice sau paralelipipedice.

Tratarea magneților anizotropi se poate face și prin răcirea magneților, după turnare, în cîmp magnetic, eliminînd astfel încălzirea magneților, după ce s-au răcit, la 1 300°C, ceea ce înseamnă o economie importantă. Trebuie avut însă grijă să se mențină timpul critic de răcire în cîmp. Tratamentul de revenire este indispensabil.

Trebuie menționat că s-au făcut încercări cu dirijarea cristalitelor (magneți cu structură columnară) la aliajul Conial 24. Rezultatele ex-

perienţelor efectuate sînt bune. Fabricarea în serie a acestor magneți este însă complicată și limitată la anumite forme simple, cilindrice și paralelipipedice, de dimensiuni reduse. Tratamentele termice de călire în cîmp magnetic pentru dirijarea domeniilor lui Weiss, urmate de revenire, sînt obligatorii ca la aliajul Conial 24.

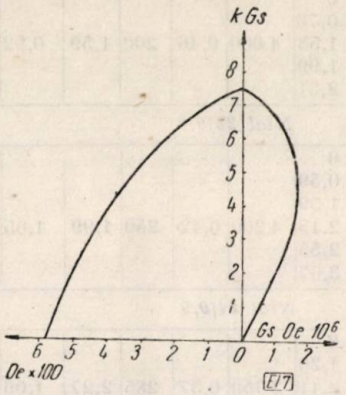


Fig. 7. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 15/1,6.

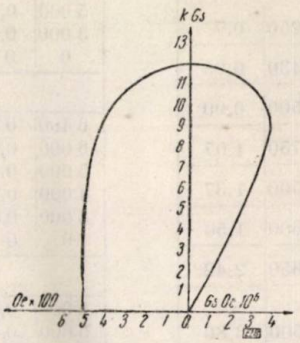


Fig. 8. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 24/3,8.

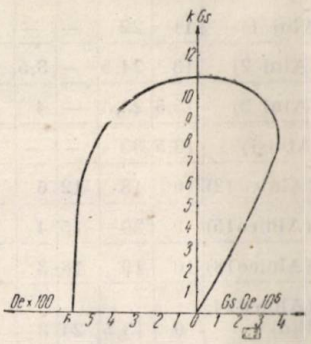


Fig. 9. Curba de demagnetizare și energie pentru Conialti 24/3,8.

La aliajele anizotrope, în special la aliajul Conial 24, se recomandă magnetizarea magnetului după montarea în poziția de lucru și luarea unor măsuri pentru evitarea contactului cu materiale feromagnetice; o simplă atingere a magnetului magnetizat cu o șurubelniță poate

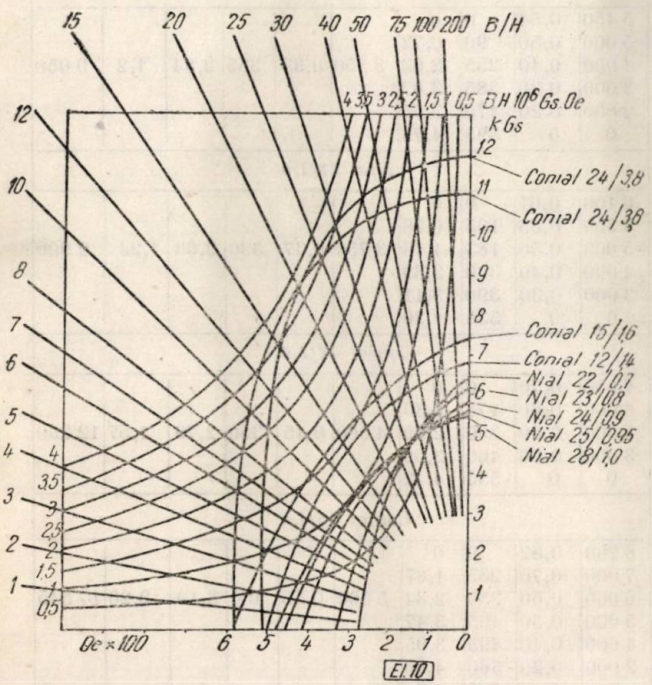


Fig. 10. Curbe de demagnetizare, curbe de energie și linii de permeanță.

reduce fluxul magnetic cu zeci de procente, iar frecarea magnet cu magnet sau magnet cu oțel îl reduce pînă la 50%. Pentru a evita aceste neajunsuri magneții sînt încastrați în carcase de aluminiu, materiale plastice etc., care împiedică contactul direct cu magnetul.

În tabela 1 sînt date caracteristicile magnetice ale diferitelor aliaje Nial și Conial în ordinea crescîndă a cifrei de calitate, care se garantează ca valoare minimă pe epruvete cilindrice sau paralelipipedice, în limitele arătate. Valorile sînt date atît în unități C.G.S. cît și M.K.S.A. Trebuie menționat că și valorile inducției și ale cîmpului, corespunzătoare punctului optim de funcționare, variază în anumite limite, deși nu este arătat în tabelă; produsul lor însă trebuie să garanteze cifra de calitate care este considerată minimă.

În figurile 1—9 sînt trasate curbele de demagnetizare și de energie corespunzătoare datelor din tabela 1. În figura 10 sînt redate toate curbele de demagnetizare pe o planșă unde sînt trecute și curbe de egală energie (BH), din 0,5 la 0,5 $\cdot 10^6$ Gs.Oe, precum și liniile de permeanță.

Tabela 2 conține compoziția chimică a diferitelor aliaje din tabela 1. Trebuie menționat că impuritatea dăunătoare, carbonul, nu depășește, practic, la nici unul dintre aliaje, 0,03%.

Tabela 2

Compoziția chimică a aliajelor Alni și Alnico (NiAl, Conial) în % (rest pînă la 100, Fe)

Denumirea		Al	Ni	Co	Cu	FeTi	FeV	Nb
Nial	22/0,7	11	21,5	—	0—4,5	—	—	—
Nial	23/0,8	11	23	—	0—4	—	—	—
Nial	24/0,9	12	24	—	4	—	—	—
Nial	25/0,95	13	24,5	—	3,5	—	—	—
Nial	28/1,0	10	28	—	5	2	0—1	—
Conial	12/1,4	10	17	12,5	6	0—2	—	—
Conial	15/1,6	9	17	15	6	—	—	—
Conial	24/3,8	8	14	24	3	—	—	0—1
Conial	24/3,8	8	14	24	3	1—2	—	—

NOTĂ: Ferotitanul folosit conține 27% Ti, iar FeV, 80% V.

În tabela 3 sînt date, pentru comparație, caracteristicile magnetice ale aliajelor Alni și Alnico după GOST.

Tabela 3

Compoziția și caracteristicile aliajelor sovietice după GOST — 4402 (rest pînă la 100, Fe)

Denumirea	Al, %	Ni, %	Co, %	Cu, %	Si, %	B_r, Gs	H_c, Oe	$(BH)_{max}$, Gs.Oe.10^6
AN 1 (Alni 1)	11	22	—	—	—	7 000	250	0,7
AN 2 (Alni 2)	13	24,5	—	3,5	—	6 000	430	0,95
AN 3 (Alni 3)	15,5	23,5	—	4	—	5 000	500	0,90
ANK (Alnisi)	13,5	33	—	—	1	4 000	750	1,07
Anko 1 (Alnico 12)	10	18	12	6	—	6 800	500	1,37
Anko 2 (Alnico15)	9	20	15	4	—	7 500	600	1,50
Anko 3 (Alnico18)	10	19	18	3	—	9 000	650	2,42
Anko 4 (Alnico 24, Magniko)	9	13,5	24	3	—	12 300	500	3,80

Tabela 4 conține valorile măsurărilor efectuate de autor asupra unor magneți din diferitele aliaje cu valori optime ale cifrei de calitate.

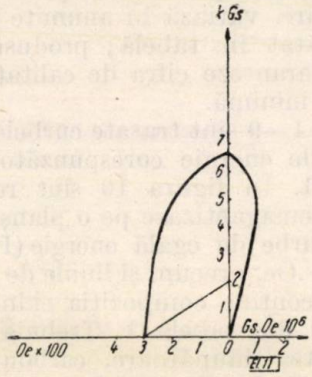


Fig. 11. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 22/0,7, valoare optimă.

Datele, în comparație cu cele corespunzătoare din tabela 1, arată în ce limite mari pot varia

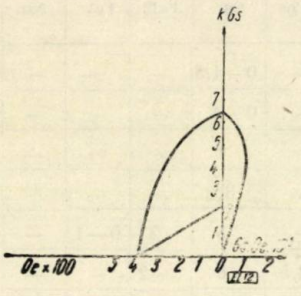


Fig. 12. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 23/0,8, valoare optimă.

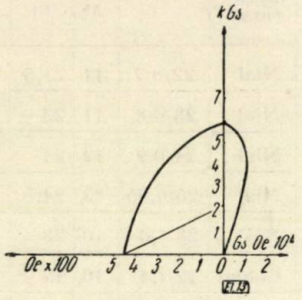


Fig. 13. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 24/0,9, valoare optimă.

valorile caracteristice pentru același aliaj. În calcule trebuie trecute însă pentru siguranță

Tabela 4

Datele unor măsurări de magneți (valori optime)

B_r, Gs	B_r, Wb/m^2	H_c, Oe	H_c, $A/m\ 10^4$	B_r, Gs	B_r, Wb/m^2	H_c, Oe	H_c, $A/m\ 10^4$	$(BH)_{max}$, Gs. Oe 10^6	$(BH)_{max}$, J/m^2
Nial 22/0,7									
6 700	0,67	0	0						
6 000	0,60	95	0,76						
5 000	0,50	190	1,53	4 600	0,46	200	1,59	0,92	7 300
3 000	0,30	250	1,99						
0	0	290	2,31						
Nial 23/0,8									
6 400	0,64	0	0						
6 000	0,60	70	0,59						
5 000	0,50	200	1,59						
4 000	0,40	270	2,15	4 200	0,42	250	1,99	1,05	8 400
3 000	0,30	320	2,55						
0	0	385	3,07						
Nial 24/0,9									
5 950	0,59	0	0						
5 000	0,50	150	1,20						
4 000	0,40	265	2,11	3 750	0,37	285	2,27	1,06	8 500
3 000	0,30	340	2,41						
0	0	450	3,60						
Nial 25/0,95									
6 250	0,62	0	0						
6 000	0,60	54	0,43						
5 000	0,50	210	1,67	4 000	0,40	310	2,47	1,24	9 880
4 000	0,40	310	2,47						
3 000	0,30	385	3,07						
0	0	490	3,91						
Nial 28/10									
5 450	0,54	0	0						
5 000	0,50	90	0,72						
4 000	0,40	255	2,03	3 350	0,33	355	2,84	1,2	9 050
3 000	0,30	385	3,07						
2 000	0,20	470	3,75						
0	0	595	4,73						
Nial 28/1,0									
6 100	0,61	0	0						
5 500	0,55	105	0,76						
5 000	0,50	183	1,46	3 750	0,37	330	2,63	1,24	9 900
4 000	0,40	300	2,39						
3 000	0,30	390	3,11						
0	0	535	4,26						
Conial 12/1,4									
7 050	0,70	0	0						
6 000	0,60	175	1,39						
5 000	0,50	300	2,39	4 500	0,45	350	2,79	1,57	12 250
3 000	0,30	460	3,66						
0	0	555	4,42						
Conial 15/1,6									
8 200	0,82	0	0						
7 000	0,70	235	1,87						
6 000	0,60	335	2,84	5 500	0,55	400	3,19	2,20	17 545
5 000	0,50	435	3,47						
4 000	0,40	495	3,95						
2 000	0,20	560	4,46						
0	0	595	4,74						
Conial 24/3,8									
12 600	1,26	0	0						
11 000	1,10	400	3,19	10 200	1,02	515	4,10	5,25	41 800
10 000	1,00	520	4,14						
8 000	0,80	590	4,70						
6 000	0,60	610	4,86						
0	0	645	5,14						

valorile din tabela 1 pentru forme simple de magneți și mărimi care se încadrează în limitele arătate. Măsurările sînt făcute cu un permeametru AEG tip M1. Pentru ridicarea caracteristicilor, probele au fost în prealabil supuse unor cicluri de magnetizare în sens pozitiv și negativ, după care s-au măsurat o serie de puncte din curba de demagnetizare, parte din ele fiind trecute în tabelă.

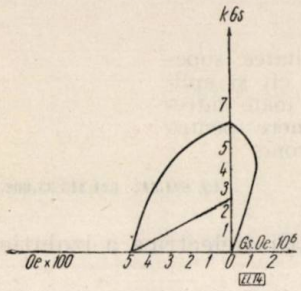


Fig. 14. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 25/0,5, valoare optimă.

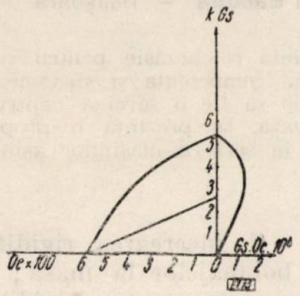


Fig. 15. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 28/10, valoare optimă.

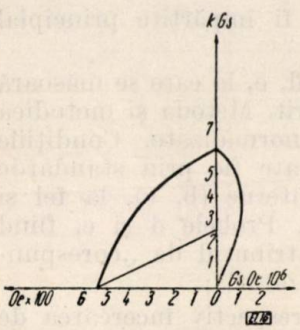


Fig. 16. Curba de demagnetizare și energie pentru Nial 28/1,0, valoare optimă.

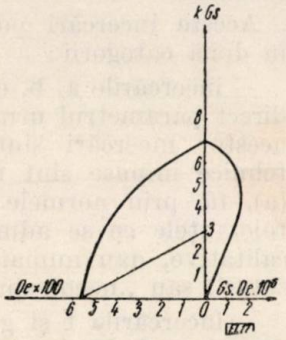


Fig. 17. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 12/1,4, valoare optimă.

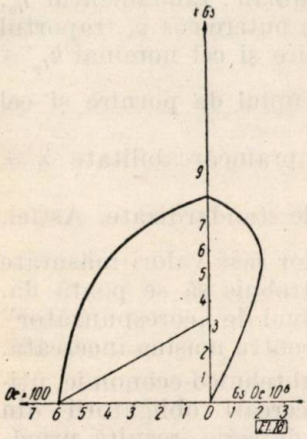


Fig. 18. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 15/1,6, valoare optimă.

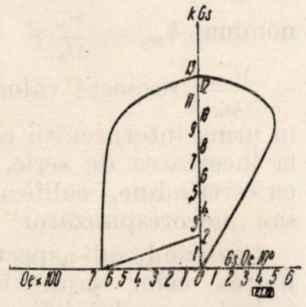


Fig. 19. Curba de demagnetizare și energie pentru Conial 24/3,8, valoare optimă.

Valorile corespunzătoare punctului optim de funcționare B_0 și H_0 au fost determinate grafic. Curbele corespunzătoare de demagnetizare și energie sînt trasate pentru fiecare aliaj în parte (fig. 11—19).

La fiecare probă s-a măsurat și dreapta de revenire(recul) care are aproximativ aceeași înclinare ca tangenta în punctul B_r și, în același timp, dă o apreciere pentru permeabilitatea reversibilă(permeabilitatea permanentă) care nu este constantă, variind însă în limite strînse. Un magnet este cu atît mai stabil, cu cît permeabilitatea reversibilă este mai mică.

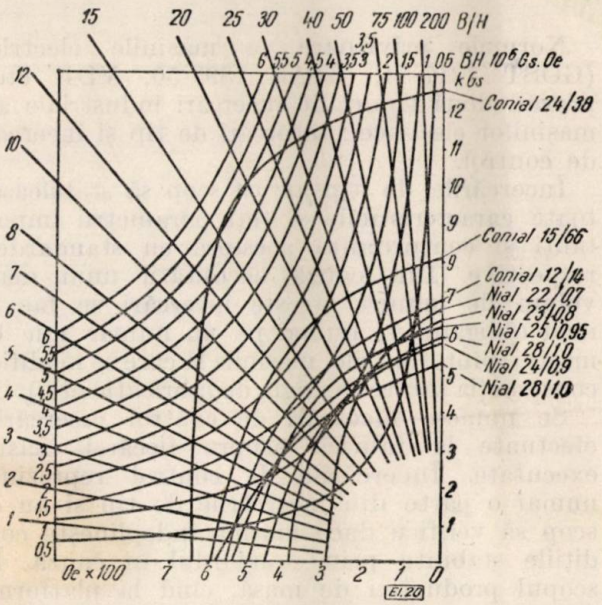


Fig. 20. Curbe de demagnetizare, curbe de energie și linii de permeanță, pentru valori optime.

În figura 20 sînt redate curbele de demagnetizare pentru probele din tabela 4, împreună cu curbele de energie egală și liniile de permeanță.

Scurta descriere și datele din tabele, însoțite de curbele de demagnetizare prezentate în acest articol, pot da o îndrumare pentru alegerea aliajului corespunzător scopului. Rămîne însă problema de proiectare a circuitului magnetic cu dimensionarea magnetului, unde factorii de corecție, în special factorul de dispersie, au rolul important, variind, de la caz la caz, în limite foarte mari (practic, de la 2—10). Determinarea acestui factor întîmpină greutăți mari. În general dimensionarea magnetului constituie o problemă complicată, care nu poate fi rezolvată pe cale matematică.

Bibliografie

[1] GOST 4402.
[2] DIN 17410.
[3] VOEST 1755, Dauemagnetwerkstoffe.

Intrat în redacție la 25.06.1963

Asupra eficienței controlului tehnic de serie al mașinilor de inducție

Bernard Oprendeck și Ioan Băbuția* — Timișoara

Controlul tehnic în fabricație reprezintă o chezășie pentru calitatea superioară a produselor. Executarea lui cu toată competența și strictețea, cît și aplicarea metodelor înaintate de control trebuie să fie o sarcină pentru toate întreprinderile electrotehnice. În cele ce urmează, se prezintă o propunere pentru mărirea eficienței controlului la fabricarea în serie a mașinilor asincrone.

Leforditva 587 Eh 4/65

CZ 621.312 : 621.313.33.002.7

Normele privitoare la mașinile electrice (GOST 7217-54, STAS 1893-50, VDE etc.) prevăd două tipuri de încercări industriale ale mașinilor electrice : încercări de tip și încercări de control.

Încercările de tip au ca scop să stabilească toate caracteristicile și toți parametrii importanți și concordanța acestora cu standardele respective. Din cauza necesității unui mare volum de muncă, aceste încercări se fac în mod obligatoriu, numai pe un număr mic de mașini (prototipurile, mașinile la care se modifică construcția sau tehnologia de fabricație etc.).

Se numesc încercări de control încercările efectuate la fabrică asupra fiecărei mașini executate. Încercările de control reprezintă numai o parte din încercările de tip și au ca scop să verifice dacă mașina îndeplinește condițiile stabilite prin standardul în cauză. În scopul producției de masă, cînd la platforma de încercare vine un număr foarte mare de mașini, eficiența tehnico-economică a controlului de serie se reflectă net nu numai în prețul de cost, ci reprezintă o problemă cheie în garantarea calității tuturor produselor.

În cele ce urmează se va analiza aspectul eficienței tehnico-economice a controlului de serie al mașinilor asincrone.

I. Analiza eficienței controlului tehnic de serie al mașinilor de inducție

În cazul mașinilor de inducție, normele amintite prevăd, de asemenea, supunerea fiecăreia la probele controlului de serie. Astfel, conform STAS 1893-50 pct. 100 și 105 (ca și după GOST 7217-54) fiecare mașină de inducție se supune la următoarele încercări de control :

a) măsurarea rigidității dielectrice a izolației bobinajelor față de masă și a unuia față de celălalt (obligatorie numai pentru motoare cu tensiune nominală mai mare de 3 000 V);

b) măsurarea în curent continuu a rezistenței bobinajelor în stare rece ;

c) măsurarea raportului de transformare la motoarele cu inele colectoare ;

d) încercarea rigidității dielectrice a izolației bobinajelor la masă ;

e) încercarea rigidității dielectrice a izolației între spire ;

f) măsurarea curentului și a pierderilor la mersul în gol ;

g) măsurarea curentului și a pierderilor de scurtcircuit, la un curent apropiat de cel nominal.

Aceste încercări pot fi împărțite principial în două categorii :

— încercările a, b, c, d, e, la care se măsoară direct parametrul urmărit. Metoda și metodica acestor încercări sînt normalizate. Condițiile tehnice impuse sînt fixate fie prin standarde (a), fie prin normele interne (b, c), la fel și toleranțele ce se admit. Probele d și e, fiind calitative, dau numai atributul de „corespunzător" sau „necorespunzător" ;

—încercările f și g, respectiv încercarea de mers în gol, la care se măsoară U_0, I_0, P_0, și încercarea în scurtcircuit, la care se măsoară U_{sc}, I_{sc}, P_{sc}, sînt în esență încercări indirecte. Scopul măsurării acestor șase mărimi (U_0, I_0, P_0, U_{sc}, I_{sc}, P_{sc}) este de a stabili, cu ajutorul lor, dacă parametrii nominali : randamentul η_n, încălzirea θ_n, factorul de putere cos φ_n, raportul dintre curentul de pornire și cel nominal $k_{I_p} = \frac{I_p}{I_n}$, raportul dintre cuplul de pornire și cel nominal $k_{M_p} = \frac{M_p}{M_n}$ și supraîncărcabilitate $\lambda = \frac{M_{max}}{M_n}$ respectă valorile standardizate. Astfel, în urma interpretării celor șase valori măsurate la încercarea de serie, trebuie să se poată da, cu certitudine, calificativul de „corespunzător" sau „necorespunzător" pentru mașina încercată.

Analizînd, sub aspectul tehnico-economic, utilitatea celor șapte încercări obligatorii din cadrul controlului final de serie, rezultă următoarele observații :

— încercările prevăzute la punctele a, b, c, d, e sînt strict necesare ; dînd, cert și imediat, atributul „corespunde" sau „nu corespunde", ele au eficiență tehnică ridicată. Fiind simple, probele decurg rapid, și, ca atare, manopera necesară nu încarcă prea mult, sub aspectul economic, prețul de cost ;

* Ing. *Bernard Oprendeck* este șef de lucrări la Catedra de mașini electrice a Institutului politehnic-Timișoara, iar ing. *Ioan Băbuția* este șeful Serviciului laboratoare la întreprinderea „Electromotor"-Timișoara.

— încercările prevăzute la punctele f și g sînt strict necesare, întrucît sînt singurele probe menite să urmărească dacă parametrii nominali se încadrează în cîmpul de toleranțe standardizat. Ele cer un volum de manoperă ceva mai mare, avînd o pondere în timp de cel puțin 50% din încercarea de control. Pentru stabilirea eficacității acestor probe se impune o examinare mai atentă a metodelor de interpretare a măsurărilor efectuate.

În acest sens sînt cunoscute următoarele două metode, principial diferite:

— metoda fixării limitelor valorilor admise pentru fiecare mărime măsurată la controlul de serie [1, p. 407];

— metoda stabilirii limitelor complexe ale valorilor admise pentru grupuri de două mărimi măsurate la controlul de serie [metoda O. D. Goldberg — 1, p. 409], [5, 6].

Condițiile cerute acestor metode de interpretare sînt în esență următoarele:

— prin interpretarea datelor controlului de serie să permită evaluarea cantitativă a tuturor valorilor parametrilor nominali standardizați;

— în funcție de încadrarea parametrilor nominali evaluați în cîmpul de toleranțe standardizat, să atribuie, cu certitudine, calificativul „corespunde" sau „nu corespunde" pentru mașina încercată;

— precizia interpretării să fie calculabilă cantitativ și apropiată de cea a măsurărilor;

— în cazul calificativului „nu corespunde", să indice cauza rebutului;

— să nu ceară o calificare tehnică a controlorului diferită de cea normală;

— să fie expeditivă, rapidă și să nu ceară un volum de muncă în plus, ținînd seamă de numărul foarte mare de mașini încercate.

Prin prisma acestor cerințe se vor analiza, în cele ce urmează, cele două metode de interpretare cunoscute.

1. Metoda fixării limitelor valorilor admise pentru fiecare mărime măsurată la controlul de serie

Fixarea limitelor separat, pentru fiecare mărime măsurată la controlul de serie, reprezintă efectiv metoda care a pătruns în practica industrială.

Prin norme interne se fixează, pentru fiecare mărime, limitele valorilor admise și astfel, la standul de serie, se poate da imediat, după măsurare, fără nici o altă manoperă decît o eventuală recalculare a valorilor la tensiunea standardizată, calificativul de „admis" sau „respins". Tocmai această rapiditate și cerință foarte mică de manoperă și calificare motivează de ce metoda este folosită, aproape exclusiv, în practica industrială.

Deficiența principală a acestei metode rezidă în modul de fixare a limitelor. Acestea ar trebui alese astfel încît, la depășirea lor, să se garanteze că și parametrii nominali depășesc limitele standardizate. Practic, pentru realizarea acestui deziderat, limitele se stabilesc pe baza a douătrei încercări de tip, prin compararea parametrilor nominali cu cele șase valori.

La o analiză superficială pare că cel puțin pentru curentul de scurtcircuit de probă I_{sc}, se pot fixa ușor limitele, astfel încît valoarea curentului de pornire I_p să rămînă în cadrul domeniului de variație admis.

Întrucît în acest caz se măsoară același curent, doar la tensiuni diferite, dependența este teoretic liniară:

$$I_p = I_{sc}\left(\frac{U_n}{U_{sc}}\right) = k\, I_{sc} \qquad (1)$$

sau, dacă se ține seamă de saturație, este cel puțin pur funcțională:

$$I_p = f(I_{sc}) \qquad (2)$$

și ca atare pare că, dacă nu prin calcul (1), atunci cel puțin grafic (2) se pot determina limitele admise lui I_{sc}.

La o analiză mai profundă rezultă însă că, chiar și în acest caz — cel mai simplu posibil —, problema nu este chiar așa de simplă.

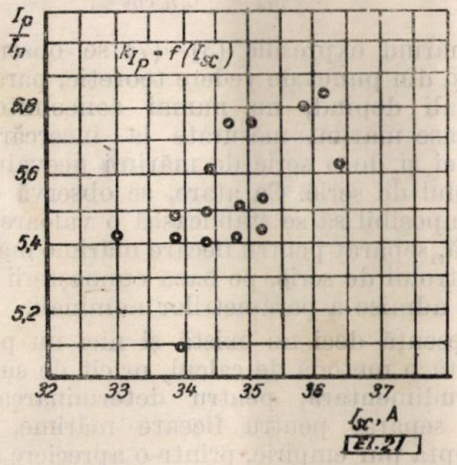


Fig. 1. Dependența dintre curentul de pornire relativ I_p/I_n (la 380 V) și curentul de scurtcircuit de probă I_{sc} (la 110 V) pentru 15 mașini de inducție din cadrul aceluiași lot de fabricație (14 kW, 1 500 rot/min).

În figura 1 este redată dependența curentului relativ de pornire în funcție de curentul de scurtcircuit de probă. Se observă că dispersia tehnologică absolut normală a valorilor nu permite o determinare netă și precisă a limitei admise pentru I_{sc} astfel ca $\frac{I_p}{I_n}$ să rămînă egal sau sub valoarea de 5,8.

Și mai complicată este urmărirea celorlalți parametri normalizați η_n, θ_n, $\cos\varphi_n$, k_{Mp} și λ, prin probele de serie. Astfel, scriind expresiile teoretice ale acestor mărimi, se obține:

— randamentul $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Sigma p}$, (3)

unde în suma pierderilor intră pierderile în fier, pierderile suplimentare în fier, pierderile în înfășurări, pierderile suplimentare în înfășurări, pierderile prin frecări și prin ventilație;

— încălzirea θ_n poate fi pusă sub forma generală:

$$\theta_n = f\left(\Sigma \frac{p}{R_\theta}\right), \qquad (4)$$

unde p reprezintă pierderile, iar R_θ rezistențele termice echivalente;

— factorul de putere cos φ poate fi exprimat ca o parte din cel maxim:

$$\cos \varphi_n = k \cos \varphi_{max} = k \frac{I_{ki} - I_\mu}{I_{ki} + I_\mu} \text{ [2,p.141]}; \qquad (5)$$

— cuplul relativ de pornire k_{M_p} rezultă aproximativ:

$$k_{M_p} = \frac{M_p}{M_n} = \frac{P_{Cu2}}{P_n}; \qquad (6)$$

— supraîncărcabilitatea λ se poate scrie după [2, p. 141]:

$$\lambda = \frac{M_{max}}{M_n} = \frac{I_{ki} - I_\mu}{2 I_n \cos \varphi_n}. \qquad (7)$$

Urmărind expresiile (3)—(7) se observă că, chiar și din punct de vedere teoretic, parametrii nominali depind, nu numai concomitent de cele șase mărimi măsurate la încercările de serie, ci și de o serie de mărimi neevaluate la controlul de serie. Ca atare, se observă clar că este imposibil să se stabilească o valoare limită admisă, separat pentru fiecare mărime măsurată la controlul de serie, pe baza cunoașterii valorii limită admise a parametrilor nominali.

În esență deci nu există și nici nu poate fi stabilită o metodă de calcul, oricît de simplistă sau rudimentară, pentru determinarea limitelor, separat pentru fiecare mărime, ci ele se adoptă pur empiric, printr-o apreciere subiectivă [1, p. 407—408].

Așadar, metoda reprezintă un practicism, fără substrat sau certitudine științifică. Acest lucru este arătat de literatură [1, p. 407—408, 5]. De exemplu G. K. Jerve [1, p. 405] subliniază că: „valoarea limită admisă a fiecărui parametru la încercarea de control depinde de nivelul celorlalți parametri, ceea ce este o principală piedică la stabilirea unor asemenea valori".

Fabricile constructoare cunosc bine neajunsurile acestei metode și, din această cauză, mașinile respinse de la standul de serie nu sînt declarate imediat necorespunzătoare [5]. Datele acestor mașini se supun analizei unei comisii de derogări, formată din ingineri cu multă experiență și competență, care compară parametrii în cauză cu nivelul celorlalți parametri și, pe baza simțului tehnic, se apreciază dacă mașina poate fi totuși admisă sau trebuie să fie returnată pentru remaniere în producție, ori eventual se supune încercărilor de tip.

Analizînd sub ascest aspect rezultatele încercărilor de control, efectuate asupra motoarelor din seria unitară nouă, fabricate de întreprinderea "Electromotor" — Timișoara în decursul anului 1962, rezultă că 206 mașini respinse pe baza depășirilor limitelor, la cel puțin o mărime, au fost supuse încercărilor de tip. Pe baza măsurărilor directe ale parametrilor standardizați s-a constatat însă că numai 66 (30%) din numărul total de mașini respinse nu sînt conforme cu normele, restul de 140 (70%) fiind corespunzătoare.

În tabela 1 sînt prezentate valorile obținute la încercările unor mașini respinse pe baza metodicii fixării limitelor, separat pentru fiecare parametru și găsite corespunzătoare sau necorespunzătoare în urma încercărilor de tip.

Tabela 1 cuprinde, pentru urmărire mai ușoară, alăturat de rezultatele controlului de serie și valoarea limită maximă sau minimă admisă, stabilită de întreprindere. Din această tabelă rezultă că un număr mare de mașini, deși nu se încadrează în limite, la una sau chiar la toate mărimile controlului de serie, au în esență caracteristicile nominale corespunzătoare. Trebuie subliniat însă că respingerile greșite a aproximativ 70% din lotul total, găsite necorespunzătoare la controlul de serie, nu se datoresc faptului că limitele ar fi fost stabilite în mod eronat sau superficial. Drept dovadă este faptul că aproximativ 30% din mașinile din lotul respins, pe baza acelorași limite, într-adevăr nu corespund. Există deci mașini la care parametrii nominali sînt necorespunzători la depășirea a numai unei valori limită (de exemplu mașinile de la nr. crt. 11 și 14 din tabelă) și, de asemenea, mașini corespunzătoare, deși toate limitele sînt depășite (de exemplu mașina de la nr. crt. 10 din tabelă). O fixare mai largă a limitelor ar fi redus numărul de mașini respinse în general, însă ar fi mărit și mai mult probabilitatea de a admite eronat la controlul de serie și mașini ce nu se încadrează cu parametrii nominali în cîmpul de toleranțe fixat prin standarde. Incertitudinea în ceea ce privește stabilirea calificativului „corespunzător" sau „necorespunzător", pe care controlul tehnic de serie trebuie să-l atribuie cert motoarelor fabricate, nu este nicidecum caracteristica unei întreprinderi, ci este situația generală, atît la noi în țară, cît și în alte țări — fapt care apare net în literatură [1, 5, 6]. Menținerea acestei metode în practica industrială rezidă, nu numai în faptul că manopera la interpretare este minimă — recalcularea mărimilor controlului serie la tensiunea nominală de încercare (dacă aceasta diferă de ea) și aprecierea încadrării în limite—, ci și în faptul că celelalte metode [1, 5, 6] reclamă un volum foarte mare de calcule, fără a micșora incerti-

Tabela 1

Nr. crt. 1	Puterea, kW 2	Turația, t/m 3.	Nr. serie 4	Valori obținute la controlul de serie 5								Respins pentru 15	Caracteristici obținute la încercări de tip 16						I_p/I_n 7,8 maxim admis 23	M_p/M_n		Observații 26
				P_0, W la U_n		I_0, A la U_n		I_k, A la 100 V		P_k W la 100 V			η, %		cos φ		$\Delta\theta_{Cu_2}$ °C				
				măsurat 6	maxim admis 7	măsurat 8	admis în limitele 9.	măsurat 10	admis 11.	măsurat 13	admis în limitele 14		măsurat 17	impus tolerat 18	măsurat 19	impus tolerat 20	măsurat 21	maxim admis 22		măsurat 24	impus 25	
1	30	3 000	6256— 40	1 140	850	12,51	10,5—12	81,26	77 —81	5 970	4 500—5 000	I_0, P_0, O_k, P_k mari	89,33	89,2	0,936	0,898	64,3	75	6,18	2,025	1,4	Corespunde
2	30	3 000	6256— 17	1 000	850	11,8	10,5—12	78,34	77 —81	5 700	4 500—5 000	P_0, P_k mari	89,0	88,12 toler.	0,945	0,898	70,1	75	5,98	1,752	1,4	,,
3	30	1 500	6257— 66	960	800	25,86	21 —22,5	88,6	78 —82	5 520	4 600—4 900	I_0, P_0, I_k, P_k mari	92,0	90	0,8565	0,86 toler.	63,1	75	—	—	—	,,
4	30	1 500	6183— 23	800	800	24,4	21 —22,5	79,86	78 —82	5 090	4 600—4 900	I_0, P_k, mari	91,9	90	0,8567	0,86 toler.	70,5	75	—	—	—	,,
5	22	1 000	6221—137	1 000	800	20,4	14,5—17,5	65,7	62 —65,5	4 810	4 200—4 600	I_0, P_0, I_k, P_k, mari	89,7	88,9	0,85	0,839	70.—	75	—	—	—	,,
6	22	1 000	6070— 5	900	800	16,87	14,5—17,5	63,86	62 —65,5	4 580	4 200—4 600	P_0 mare	89,78	88,9	0,878	0,839	65,2	75	6,95	—	—	,,
7	17	750	6181— 14	800	800	19,67	17 —20,5	47,66	45,5—47	3 400	2 950—3 300	I_k, P_k mari	89,35	88,1	0,794	0,7725 toler.	60,4	75	5,9	—	—	,,
8	17	750	197 523	740	800	20,9	17 —20,5	49	45,5—47	3 480	2 950—3 300	I_0 I_k, P_k mari	89,47	88,1	0,776	0,7725 toler.	61,0	75	5,9	—	—	,,
9	22	3 000	6224— 49	800	700	9,7	8 —10	54,0	54,5—60	3 760	3 150—3 650	P_k mare	87,81	87,68 toler.	0,923	0,896	62,9	75	5,54	1,515	1,4	,,
10	22	3 000	6224— 65	760	700	10,5	8 —10	61,0	54,5—60	4 620	3 150—3 650	I_0, P_0, I_k, P_k mari	87,8	87,68 toler.	0,9145	0,896	56,3	75	—	—	—	,,
11	22	3 000	6179— 1	855	700	9,37	8 —10	53,86	54,5—60	3 440	3 150—3 650	P_0 mare	87,5	87,68 toler.	0,9318	0,896	57,6	75	—	—	—	Nu corespunde 29
12	22	1 500	6203— 93	1 000	800	19,5	15,5—17,5	63,14	58 —63	3 900	3 300—3 800	I_0, P_0, P_k mari	91,1	89,4	0,854	0,8553 toler.	65,2	75	—	—	—	Corespunde 30
13	22	1 500	6182— 37	620	800	16,5	15,5—17,5	57,8	58 —63	3 880	3 300—3 800	I_k mic P_k mare	91,13	89,4	0,8717	0,8553 toler.	64,9	75	6,51	—	—	,,
14	22	1 500	200 616	980	800	20,1	15,5—17,5	—	—	—	—	I_0 mare	91,3	89,4	0,8448	0,8554 toler.	—	—	—	—	—	Nu corespunde 31
15	17	1 000	6205—137	960	800	16,33	13,5—17	49,20	51 —56	3 650	3 600—4 200	P_0 mare I_k mic	88,82	88,3	0,8425	0,832	57,0	75	—	—	—	Corespunde 32
16	17	1 000	6156—107	680	800	14,43	13,5—17	48,67	51 —56	3 460	3 600—4 200	I_k, P_k mici 28	89,7	88,3	0,858	0,832	56,1	75	6,83	1,85	1,4	,,
17	13	750	6149— 45	700	600	14,67	13 —14,5	34,57	35,5—38	2 345	2 150—2 500	I_0, P_0 mari I_k mic	88,0	87,4	0,81	0,795	56,6	75	5,44	1,618	1,3	,,
18	13	750	195 303	600	600	15,63	13 —14,5	37,4	35,5—38	2 550	2 150—2 500	I_0, P_k mari	88,96	87,4	0,782	0,761 toler.	53,9	75	5,85	—	—	,,
19	17	3 000	198 843	480	500	6,8	5 — 7,5	51,8	46 —51	3 520	2 750—3 400	I_k, P_k, mari	88,8	88,5	0,9485	0,893	66,8	75	7,77	2,04	1,5	,,
20	13	1 000	6129— 23	600	550	10,46	9 —11,5	31,0	28 —34	2 015	1 550—2 100	P_0 mare	88,72	87,6	0,8565	0,825	64,8	75	—	—	—	,,
21	10	750	6090— 31	450	500	10,41	9,6—12	19,53	20 —23,5	1 150	1 200—1 500	I_k, P_k mici	86,45	86,4	0,7925	0,784	62,3	75	4,18	1,33	1,26 minim	,,
22	10	1 500	211 727	348	450	6,50	7,2—7,9	20,23	21 —22,5	1 305	1 200—1 400	I_0, I_k mici	86,8	85,625	0,8835	0,860	72,9	75	5,195	1,75	1,5	,,
23	10	1 500	10021—60	402	450	8,20	7,2—7,9	21,73	21 —22,5	1 440	1 200—1 400	I_0, P_k mari	87,7	87,5	0,847	0,837 toler.	62,2	75	5,44	1,778	1,5	,,
24	10	1 000	181 300	420	500	8,95	7 —9	28,33	21 —25	1 935	1 200—1 700	I_k, P_k, mari	89,6	86,9	0,847	0,817	47,8	65	—	—	—	,,
25	7,5	750	188 399	450	500	8,68	7,5—9,4	18,83	15 —18	1 375	900—1 050	I_k, P_k, mari	86,2	85,7	0,792	0,770	54	75	—	—	—	,,

tudinea și fără a rezolva problema esențială a calculării precise, pe bază științifică, a valorilor limită admise.

2. Metoda stabilirii limitelor complexe pentru valorile admise ale parametrilor încercărilor de control

Sesizînd imposibilitatea principială de a stabili valori limită, separat pentru fiecare parametru al încercării de control, cercetătorul sovietic O.D. Goldberg a făcut o încercare să stabilească limite complexe pentru valorile admise ale parametrilor. Ipoteza de bază a acestei lucrări costă în presupunerea că se pot determina valori limită admise pentru grupuri de cîte doi parametri [1, p. 409] [5, 6], respectiv că parametrii nominali sînt legați funcțional numai de doi parametri ai controlului de serie. În acest caz se presupune că se poate stabili concordanța dintre motorul dat și cerințele standardelor prin construirea a trei zone de control:

— zona de control pentru η reprezentat în planul $P_0 - P_{sc}$ (fig. 2);

— zona de control pentru cos φ și $\frac{I_p}{I_n}$ reprezentat în planul $I_0 - I_{sc}$ (fig. 3);

— zona de control pentru k_{Mp} reprezentat în planul $I_{sc} - P_{sc}$ (fig. 4).

Motorul se consideră că satisface cerințele standardului dacă nici unul dintre parametrii conjugați nu iese din limitele acestor trei zone de control, care se determină din timp, în baza rezultatelor încercărilor de control și ale datelor de calcul.

Pentru stabilirea limitelor zonelor de control este necesar a exprima legăturile funcționale ce există între parametrii tehnico-economici și parametrii de control. Aceste legături pot fi exprimate numai aproximativ (cu precizia aproximativă a diagramei cercului) [5]. Admițînd însă chiar și această precizie redusă, totuși nu toți parametrii (η, θ, cos φ, etc.) pot fi reduși la o dependență de numai două mărimi ale controlului de serie. Ca atare se impune a admite arbitrar o serie de constante, care se iau de la calculul de proiectare sau se apreciază pe baza comparării acestora cu rezultatele unor probe de tip. Astfel calculul este lung și anevoios, iar precizia de determinare a limitelor este cea a diagramei cercului.

Analizînd aceste aspecte rezultă că deficiențele principale ale metodei sînt următoarele:

— În esență, nu se pot calcula limitele zonelor de control. Metodica de calcul propusă cere reducerea dependenței la numai doi parametri de control — ceea ce este imposibil și, ca atare, impune admiterea arbitrară a unei legături funcționale. De exemplu, se presupune că $\eta = f(P_0, P_{sc})$, ceea ce însă nu este și nu poate fi demonstrat, chiar dacă se admit, arbitrar, drept cunoscuți și constanți o serie de parametri. În figura 5 este reprezentată dependența $\eta_n = f(P_0 + P_{sc})$ pentru 25 mașini de inducție, din cadrul aceluiași lot de fabricație.

Se observă că nici teoretic și nici experimental nu se pot determina limitele zonelor de

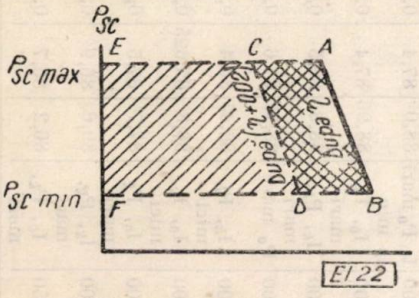


Fig. 2. Zona de control al randamentului în planul $P_0 - P_{sc}$.

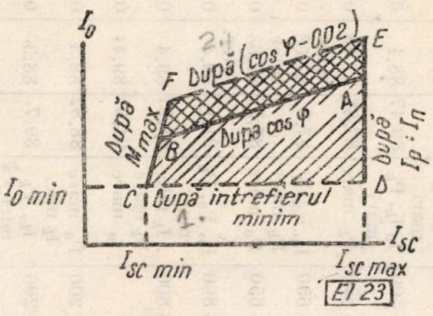


Fig. 3. Zona de control pentru cos φ și I_p/I_n în planul $I_0 - I_{sc}$.

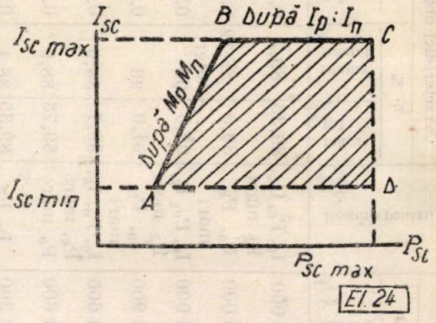


Fig. 4. Zona de control pentru $k_{Mp} = \frac{M_p}{M_n}$ în planul $I_{sc} - P_{sc}$.

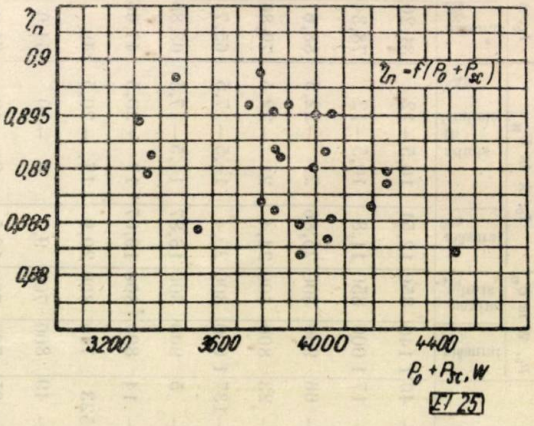


Fig. 5. Reprezentarea randamentului nominal η_n funcție de pierderile de mers în gol și scurtcircuit pentru 25 mașini de inducție din cadrul aceluiași lot de fabricație (14 kW, 1 500 rot/min).

control pe baza unei dependențe funcționale ipotetice $\eta_n = f(P_0 + P_{sc})$. Însă, chiar în ipoteza că aceste dependențe funcționale

s-ar putea stabili, metoda nu satisface cerințele ce i se impun, din cauză că :

— există o neconcordanță tehnico-economică mare între manopera și utilajul investit pentru măsurarea precisă ($\varepsilon \simeq 0{,}5\%$) a parametrilor de control și precizia redusă de fixare a limitelor, care se calculează pe baza datelor de proiectare, pe baza relațiilor funcționale, a diagramei cercului și cu admiterea de constante arbitrare, cel mult corectate pe baza unor probe de tip ;

— se ignorează dispersia tehnologică absolut normală, care implică greutăți mari la fixarea limitelor, chiar și în cazul unui singur parametru și al unei dependențe teoretice strict funcționale (fig. 1) ;

— nu se demonstrează și nici nu poate fi demonstrat că criteriile alese (de exemplu P_0, P_{sc} pentru η_n etc.) sînt mărimi legate univoc de parametrii nominali urmăriți ;

— limitele zonelor de control se bazează în general atît pe încercarea prototipului, cît și pe relații funcționale de calcul, ca atare precizia și certitudinea concluziei controlului de serie sînt reduse la precizia relațiilor funcționale de calcul ;

— necesitatea reducerii dependenței parametrului nominal de numai doi parametri ai controlului de serie impune admiterea arbitrară a unor valori.

Aceste deficiențe fac ca literatura să nici nu indice cum se calculează aceste limite, ci doar să remarce că încă nu există o rezolvare a problemei.

Metoda nu permite urmărirea unei caracteristici principale a mașinii — încălzirea în regim nominal θ_n.

Metoda impune ca rezultatele să poată fi interpretate comparativ, precum și efctuarea încercărilor de serie la o tensiune riguros constantă sau recalcularea tuturor mărimilor măsurate la tensiunea etalon, prevăzute în standarde [1, p. 411]. Manopera reclamată în ambele alternative este mare, practic imposibil de asigurat la o producție de serie mare.

Imposibilitatea determinării limitelor, precum și necesitatea unui volum mare de muncă, motivează de ce metoda nu a pătruns aproape de loc în practica industrială.

Sesizînd necesitatea unui control statistic al mașinilor de inducție fabricate în serie [6], se fac propuneri concrete de a construi, în cadrul zonelor de control, domeniul normal de repartiție a parametrilor controlului de serie. Metodica propusă nu discută de loc problema fixării limitelor, ci le consideră cunoscute și stabilește, ca atare, numai o metodă de urmărire statistică. Calculele necesare sînt însă foarte voluminoase, chiar și la folosirea schemei de calcul propuse, cerînd prelucrarea statistică a datelor de la sute de mașini — manoperă ce depășește foarte mult pe aceea disponibilă la standul controlului de serie.

Necunoașterea limitelor și volumul de muncă enorm de mare au determinat ca și această propunere să nu pătrundă de loc în practica industrială.

II. Concluzii

Revăzînd în ansamblu problema controlului tehnic de serie al mașinilor de inducție, rezultă că, ținînd seamă de dispersia tehnologică normală și de metoda dimensionării economice la limită, menținerea încercărilor finale de serie pentru fiecare mașină este necesară.

În cadrul încercărilor de serie, probele prevăzute sînt necesare, dînd concluzii certe asupra integrității mașinii, în afară de încercarea de mers în gol și în scurtcircuit. Aceste încercări ar trebui să permită evaluarea, pe baza lor, a parametrilor nominali standardizați. Lipsind însă o metodă obiectivă de interpretare care să satisfacă cerințele ce se impun unei asemenea metode, măsurările făcute precis sînt în ultimă instanță reduse la aprecieri subiective. Astfel manopera și utilajul investit pentru aceste încercări nu sînt motivate, iar eficiența lor tehnico-economică este redusă. De asemenea, lipsa de concluzii certe conduce spre consecințe tehnico-economice cu totul nedorite. Lipsa de obiectivitate și adoptarea arbitrară a limitelor de control pot conduce, în cazul unor valori prea strînse, la respingerea în loturi masive și fără a garanta depistarea tuturor mașinilor necorespunzătoare, iar prin fixarea limitelor largi, la admiterea masivă de mașini necorespunzătoare.

Astfel se încarcă foarte mult standurile de tip printr-un control suplimentar, prin încercări de tip — la mașini respinse (sau chiar producția direct, prin remanierea de mașini în esență bune), ori rămîne un dubiu și mai mare asupra calificativului de corespunzător, atribuit de controlul de serie mașinilor. Această incertitudine a controlului de serie asupra calității nu este în concordanță cu Directivele Congresului al III-lea al P.M.R., iar menținerea acestei metode este motivată doar prin faptul că nu există alta mai bună. Rezolvarea acestor probleme reprezintă deci o necesitate imediată, care se impune și mai mult prin faptul că se tinde la o producție de mașini de inducție în serii din ce în ce mai mari, iar certitudinea calității reprezintă o sarcină de onoare și de bază a întreprinderii producătoare.

III. Propuneri de rezolvare

Rezolvarea problemei puse poate fi pornită însăși de la problema rostului controlului final de serie al mașinilor de inducție. Încercările de serie ar trebui în esență să satisfacă următoarele două cerințe :

a) să depisteze cert defectele de fabricație și

b) să determine cu certitudine dacă parametrii nominali se încadrează în cîmpul de toleranțe standardizate.

Analizînd situația prin prisma acestor două cerințe, rezolvarea poate fi găsită atît în schimbarea conținutului programului de încercări de serie, cît și în menținerea încercărilor existente și a asimilării unei metode obiective de interpretare.

În cazul cînd se admite schimbarea probelor prevăzute la controlul de serie, propunerea este bazată pe faptul că există soluții moderne de măsurare rapidă și foarte precisă (chiar și sub 0,1%), cu utilaj ieftin și cu citire directă a puterii mecanice la arbore (dinamometre pendulare). Mergînd pe această linie se propune următoarea rezolvare.

A. a. Depistarea defectelor de fabricație prin probele controlului de serie, scoțîndu-se încercarea de mers în gol și în scurtcircuit.

b. Determinarea încadrării parametrilor nominali în cîmpul de toleranțe, prin măsurarea directă a cuplului și curentului de pornire (M_p și I_p), la tensiunea nominală, precum și a puterii absorbite P_{1n} și a factorului de putere nominală cos φ_{1n}, la sarcina nominală (P_{1n}) la arbore.

Astfel se determină, prin măsurarea directă a lui P_{1n}, și randamentul nominal $\frac{P_n}{P_{1n}}$ care este un criteriu direct pentru încălzirea mașinii.

Propunerea are avantajul unei precizii maximale, măsurîndu-se direct și parametrii nominali fără ca, în cazul unui utilaj corespunzător, să se mărească prea mult manopera necesară. Metoda se pretează mai ales la puteri reduse ale mașinilor. Dezavantajul propunerii constă în necesitatea adoptării unui utilaj nou (confecționabil însă la orice întreprindere) și al reorganizării unei secții și așa, în general, foarte aglomerată.

Ținînd seamă că standardele existente fixează probele conținute de încercările de serie, prin menținerea acestora rezolvarea problemei se poate face în două alternative:

B. a. Depistarea defectelor de fabricație prin toate probele încercării de serie, inclusiv încercarea de mers în gol și în scurtcircuit. În acest caz limitele de control se stabilesc ușor, separat pentru fiecare parametru și drept egale cu limitele normale date de dispersia lotului de fabricație.

b. Determinarea încadrării parametrilor nominali în cîmpul de toleranțe, nu pentru fiecare mașină în parte, ci pentru întregul lot. Acest lucru se poate asigura cu un număr de încercări de tip sporite și prelucrarea statistică a datelor obținute.

Metoda propusă rezolvă problema, însă cere un număr de încercări de tip mai mare. Metoda semnalează dacă lotul iese din cîmpul de toleranțe, însă nu permite selectarea directă a mașinilor bune de cele necorespunzătoare.

Menținerea probelor de mers în gol și în scurtcircuit, pentru urmărirea caracteristicilor nominale, constituie baza alternativei a doua de rezolvare.

C. a. Depistarea defectelor de fabricație prin probele de control folosite curent și normalizate.

b. Determinarea încadrării parametrilor nominali în cîmpul de toleranțe prin interpretarea obiectivă a datelor obținute la încercarea de mers în gol și în scurtcircuit.

Avantajul ultimei propuneri constă, nu numai în faptul că ar respecta în formă cerințele standardelor de uzanță internațională de a supune controlului de serie fiecare mașină fabricată, ci și în sensul rostului acestor încercări de a controla amănunțit totalitatea parametrilor nominali, respectiv calitatea fiecărei mașini fabricate.

Respectarea mai ales a STAS-urilor, a practicii curente, a utilajului și a posibilităților existente a determinat ca ultima propunere să fie luată în studiu, în cadrul unei convenții de colaborare între întreprinderea EMT și Catedra de mașini electrice de la Institutul politehnic-Timișoara. Astfel s-a pus accentul pe elaborarea unei metode de interpretare care, pe bază științifică, să garanteze satisfacerea cerințelor de obiectivitate și precizie.

Principiile de bază ale metodei elaborate constau în defalcarea problemei în trei etape de rezolvare. În etapa întîi se stabilesc, pe baza legăturilor funcționale teoretice, expresiile criteriilor de control, respectiv parametrul nominal urmărit, funcție de ansamblul mărimilor măsurate la controlul de serie. În etapa a doua se verifică experimental, pe baza probelor de tip, gradul de corelație între parametru și criteriu. Limitele de variație admise pentru criteriu rezultă din limitele zonei de confidență, privind legătura criteriu-parametru direct un proces stohastic și deci ca o problemă de probabilitate și statistică. Pentru valorificarea directă a măsurărilor se stabilesc nomograme, astfel încît cu tot aspectul complex al problemei, întreprinderea în esență descarcă serviciul de control de manoperă.

Principiile enunțate, susținute în cadrul sesiunii de comunicări pe țară a cadrelor didactice, ținută la București între 17 și 19 decembrie 1962, au fost verificate experimental pe un lot mare de mașini, propunerea fiind în faza de asimilare la întreprinderea „Electromotor"-Timișoara.

Prezentarea amănunțită a metodei de interpretare elaborată, observațiile apărute la verificarea ei în practică și rezultatele obținute vor fi publicate într-un număr viitor al revistei.

Avînd în vedere că STAS 1893-50, care stabilește și controlul de serie al mașinilor de in-

ducție ca fond și formă, este în revizuire, ar fi de dorit să se analizeze și o eventuală schimbare de conținut al controlului de serie, sau să se precizeze metoda de interpretare a rezultatelor. Astfel se va ridica nu numai eficiența tehnico-economică a probelor prevăzute, dar se va asigura și certitudinea calității mașinilor — problemă cheie și sarcină de bază în etapa actuală de dezvoltare a industriei noastre.

Bibliografie

[1] *Jerve, G. K.* Încercările industriale ale mașinilor electrice (traducere din limba rusă). București, Editura tehnică, 1961.

[2] Manualul inginerului electrician, vol. II. București, Editura tehnică, 1961.

[3] STAS 1893—50.

[4] GOST 7217—54.

[5] Metodica de calcul al normelor tehnice la valori admisibile ale parametrilor încercărilor de serie, la motoare asincrone de la 0,6 la 100 kW. Norma internă MIG — DGIET (proiect) elaborată de întreprinderea „Electroprecizia".

[6] Metodica de calcul al diagramelor prin controlul statistic al calității electromotoarelor în scurtcircuit, după rezultatele controlului de serie. Normă internă MIG — DGIET (proiect) elaborată de întreprinderea „Electroprecizia".

Intrat în redacție la 17.05.1963

O serie de transformatoare monofazate în ulei în execuție tropicalizată

Călin Brînceni și Iosif Cotnăreanu * — București

Se prezintă o nouă serie de transformatoare monofazate în ulei, de construcție tropicalizată, cu puterile de 25 — 37 $^1/_2$ — 50 — 75 kVA și tensiuni sub 8 kV. Se trec în revistă principalele probleme de natură constructivă și electrică, precum și soluțiile adoptate și rezultatele obținute.

CZ 621.314.2.025.1 : 620.193.2

În acest articol se prezintă o serie de transformatoare pentru export în Republica Cuba, de un tip constructiv nou, datorită faptului că la realizarea lor s-a ținut seamă de normele nord-americane.

Este de remarcat că asemenea transformatoare se execută pentru prima oară în țară, reprezentînd totodată primul nostru export de acest gen pe continentul american.

Seria prezentată cuprinde patru tipuri de transformatoare de forță în ulei, monofazate, pentru funcționare în climat tropical, de puteri între 25 și 75 kVA și tensiuni sub 8 kV.

Proiectarea de către autorii acestui articol, în cadrul întreprinderii „Electrotehnica", a seriei indicate, a ridicat probleme noi, unele fiind rezolvate în mod original.

Dintre particularitățile specifice construcției nord-americane, conform prescripțiilor EEI — NEMA, diferite de cele uzuale în țara noastră și în Europa, enumerăm:

— posibilitatea funcționării în grup trifazat la o tensiune stelată;

— posibilitatea funcționării pe partea de joasă tensiune în serie, paralel sau în punte cu trei fire;

— frecvența de 60 Hz;

— funcționarea în climat tropical cald-umed;

— echiparea cu brățări de agățare pe stîlp, conform ASA C-57-12 [1], [2];

— accesorii conform ASA.

Datorită materialelor magnetice uzuale (tablă electrotehnică laminată la cald), precum și tehnologiei de fabricație particulare, nu s-a putut realiza forma rotundă sau ovală a cuvei, obișnuită la aceste tipuri de transformatoare. Din aceleași considerente, transformatoarele sînt echipate cu conservatoare. Sînt prevăzute, în schimb, cu toate accesoriile conform standardului citat, iar dispoziția lor pe cuvă sau pe capac respectă într-o mare măsură prescripțiile acestuia. De asemenea, se respectă modul de marcare a izolatoarelor, montarea clemelor de legătură pe izolatoare, polaritatea.

Probleme privitoare la partea electrică

Conform standardului, transformatoarele de forță monofazate trebuie construite în eventualitatea montării lor în grup trifazat, în care caz tensiunea pe partea de înaltă tensiune crește față de partea de joasă tensiune și față de masă cu $\sqrt{3}$. Această condiție se explicitează prin marcarea pe etichetă a ambelor tensiuni (de exemplu 7 200/12 470 V), iar, practic, se traduce printr-o întărire a izolației între primar și secundar și față de masă, corespunzător tensiunii stelate. Izolatoarele de înaltă tensiune sînt de clasa 15 kV. Rigiditatea dielectrică a transformatorului se verifică pentru clasa de izolație 15 kV, adică la 34 kV, conform CEI 76—55 [3].

* *C. Brînceni* și *I. Cotnăreanu* sînt ingineri proiectanți principali în grupa transformatoare, la fabrica „Electrotehnica" — București.

În ceea ce privește partea de joasă tensiune, transformatoarele trebuie să funcționeze în una dintre cele trei variante:

— cu bobinele în paralel, la tensiunea de 120 V, respectiv 240 V;

— cu bobinele în serie, la tensiunea de 240 V, respectiv 480 V;

— în sistem cu trei fire.

Această condiție se realizează prin conectarea încrucișată la izolatoare a începuturilor și sfîrșiturilor fiecăreia dintre cele două bobine, corespunzătoare celor două coloane. Prin două eclise de conectare se pot realiza cele trei regimuri de funcționare (fig. 1). Fiecare bobină de joasă tensiune este dimensionată pentru jumătate din puterea nominală și pentru tensiunea de funcționare în paralel. Trebuie precizat că funcționarea cu trei fire este echivalentă cu conexiunea serie cu punct median, consumatorii fiind distribuiți echilibrat pe cele două jumătăți funcționînd la jumătatea tensiunii serie.

Conform EEI – NEMA [2], transformatoarele sub 8,66 kV și sub 200 kVA se execută cu polaritatea aditivă. Polaritatea pune o problemă nouă. În Europa, la transformatoarele monofazate se utilizează două tipuri de conexiuni: directă și inversă (corespunzînd tipului Ii-0 din VDE și inversului său Ii-6). Standardul ASA prevede tot două tipuri de conexiuni: aditivă și substractivă; este însă de remarcat că ambele aceste polarități se înscriu în tipul de conexiune directă (Ii-0). Cele două polarități diferă între ele prin poziția relativă a bornelor de înaltă tensiune și joasă tensiune pe capac, bornele cu același indice fiind față în față la polaritatea substractivă, și în opoziție la cea aditivă (fig. 2). Dacă bobinajul este același în ambele cazuri, din punctul de vedere al sensului diferențierea se realizează prin inversarea ordinii de scoatere a capetelor la borne simultan cu inversarea marcării acestora. Conectarea la rețea este în consecință diferită, ea trebuind să țină seamă de denumirea bornelor și nu de poziția lor pe capac. Din cele de mai sus rezultă necesitatea verificării atente a polarității, care constituie o probă de serie suplimentară specifică transformatoarelor de acest tip, probă ce se execută conform prescripțiilor ASA.

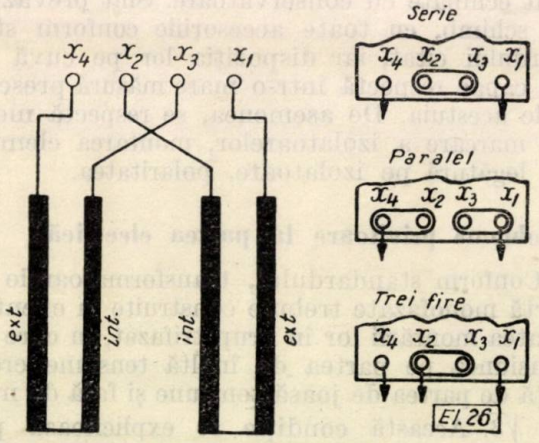


Fig. 1. Posibilități de conectare pe partea de joasă tensiune.

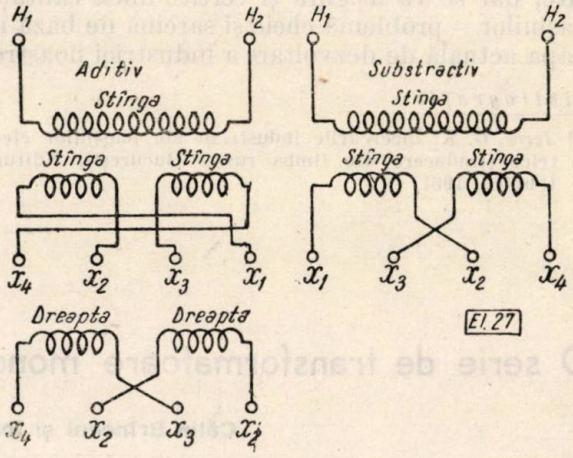


Fig. 2. Polaritatea transformatoarelor monofazate după ASA C—57.

Frecvența de 60 Hz a acestor transformatoare se reflectă în calcul la determinarea pierderilor și a curentului de mers în gol și a tensiunii de scurtcircuit. Trebuie avut în vedere faptul că, după formula lui Steinmetz, însești pierderile specifice ale tablei sînt afectate de variația frecvenței.

Transformatoarele fiind relativ mici, efectul asupra pierderilor suplimentare în cupru se poate neglija.

Deoarece probele de serie trebuie efectuate la 50 Hz, se pune problema găsirii unor metode de încercare echivalente.

În cazul executării unei încercări de mers în gol la o frecvență f'' și tensiune U'', diferite de frecvența nominală f' și tensiunea nominală U', raportul pierderilor măsurate respective va fi:

$$\frac{P_0'}{P_0''} = \left(\frac{U'}{U''}\right)^2 \cdot \frac{f''}{f'}, \qquad (1)$$

de unde:

$$P_0'' = P_0' \left(\frac{U''}{U'}\right)^2 \cdot \frac{f'}{f''}. \qquad (2)$$

Dacă, efectuînd încercarea la 50 Hz, se cere să se măsoare un curent de gol apropiat de cel corespunzător alimentării transformatorului cu tensiunea nominală în 60 Hz, rezultă o condiție suplimentară din relația:

$$I_0 = k_1 \cdot B = k_2 \left(\frac{U}{f}\right)^n, \qquad (3)$$

în care k_1 ține seamă numai aproximativ de efectul întrefierului.

Rezultă că, alimentînd transformatorul la o tensiune invers proporțională cu variația

frecvenței, curentul de gol nu se schimbă. În cazul încercării la 50 Hz, pentru a menține curentul de gol la o aceeași valoare, tensiunea de alimentare va fi:

$$U'' = \frac{5}{6} U' = 0{,}835\ U'. \qquad (4)$$

Din formula (2) rezultă, în cazul alimentării la o tensiune $U'' = 0{,}835\ U'$ la 50 Hz:

$$P_0'' = P_0' \left(\frac{0{,}835\ U'}{U'} \right)^2 \cdot \frac{60}{50} = 0{,}835\ P_0'. \qquad (5)$$

Alimentînd deci la 50 Hz cu o tensiune 0,835 U_n, pierderile măsurate nu trebuie să depășească 0,835 din pierderile în gol garantate, iar curentul de gol, valoarea curentului de gol garantat la 60 Hz.

În ceea ce privește determinarea tensiunii de scurtcircuit, frecvența afectează numai componenta reactivă, care este proporțională cu frecvența.

Măsurînd deci la 50 Hz, componenta reactivă va trebui multiplicată cu 1,2.

Ca exemplu, în tabela 1 se dau rezultatele măsurărilor efectuate asupra unui transformator de 37 1/2 kVA comparativ la 50 Hz și 60 Hz.

Tabela 1

Măsurări comparative la 50 Hz și 60 Hz

Caracteristica măsurată	50 Hz	60 Hz	Coeficientul calculat	Coeficientul măsurat
U_0, V	200	240	0,835	0,835
P_0, W	224	272	0,835	0,825
I_0, A	10,3	10,8	1	0,945
e_s, %	2,85	3,38	0,835	0,845
P_k, W	795	800	1	0,995

Comutarea prizelor de înaltă tensiune se realizează în mod curent cu un comutator de tip liniar cu mișcare de translație. La transformatoarele prezentate, de puteri relativ mici, monofazate și cu cinci prize, comutatorul uzual ar fi impus o mărire artificială a gabaritului cuvei. Pentru a evita această situație s-a recurs la o soluție originală.

Ținînd seamă că priza extremă este de numai 2,5%, iar diferența dintre două trepte consecutive este mică (numai 0,5—2%), s-a considerat posibilă executarea unei scheme de comutare asimetrică. Aceasta constă într-o comutare pas cu pas, realizînd deconectarea a cîte unei trepte alternativ de pe fiecare coloană (fig. 3). Ca urmare, numărul de ploturi se reduce de la 10 la 6, lungimea comutatorului reducîndu-se corespunzător, iar asimetria maximă nu depășește niciodată valoarea unei trepte, adică maximum 2%.

Pentru transformatorul de 25 kVA, la care nu se cere un comutator cu comandă de pe capac, s-a adoptat o altă soluție, de asemenea, nouă pentru construcțiile din țara noastră, comutarea realizîndu-se printr-un schimbător de contacte de construcție simplă și de dimensiuni restrînse, accesibil printr-o gură de vizitare practicată în capac, după golirea parțială a uleiului. Dispozitivul constă într-o placă de pertinax rotundă, pe care sînt dispuse contactele, legătura dintre ele realizîndu-se printr-o bară de contact rotativă în jurul unui ax central, presiunea pe contacte fiind asigurată cu ajutorul unui resort. Bara are o formă adecvată manevrării manuale. Prizele acestui transformator sînt în număr de trei (nominal, —2, —4%), comutarea fiind simetrică (fig. 4).

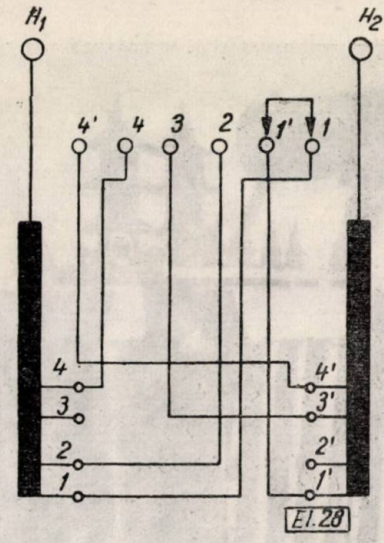


Fig. 3. Comutarea prizelor de tensiune prin comutator.

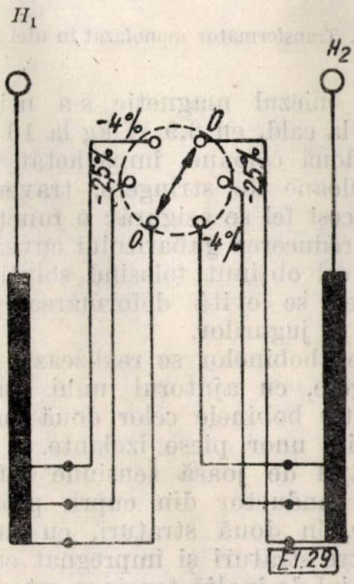


Fig. 4. Comutarea prizelor de tensiune prin schimbător de contacte la transformatorul de 25 kVA.

Probleme constructive

Construcția acestei serii de transformatoare a trebuit să țină seamă atît de materialele principale uzuale în țara noastră, cît și de fazele tehnologice curente.

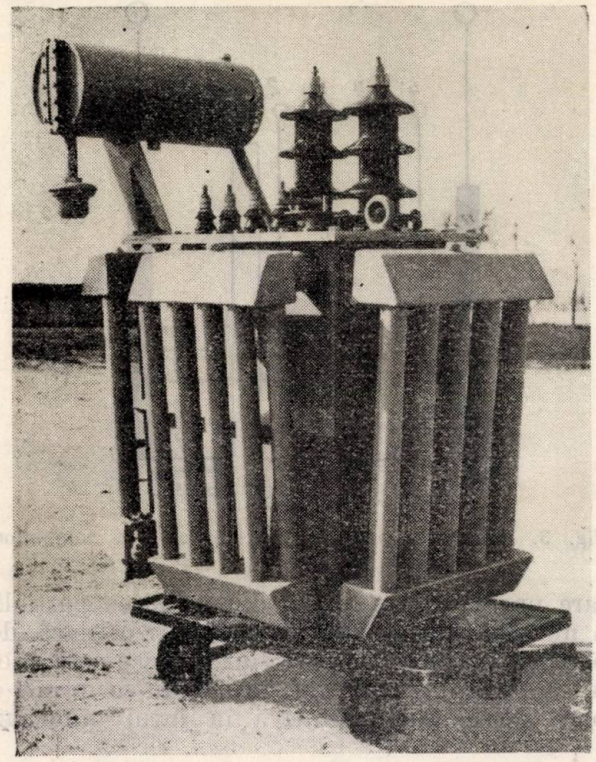


Fig. 5. Transformator monofazat în ulei 50 kVA.

Pentru miezul magnetic s-a utilizat tablă laminată la cald, cu 0,9 W/kg la 10 *T*. Miezul este cu două coloane, împachetat normal, cu patru buloane de strîngere, traversînd jugurile. În acest fel se asigură : o funcționare fără zgomot ; reducerea gabaritului cuvei în comparație cu cel obținut folosind soluția strîngerii exterioare ; se evită deformarea pieselor de strîngere a jugurilor.

Presarea bobinelor se realizează prin piesele de strîngere, cu ajutorul unui singur tirant, plasat între bobinele celor două coloane, prin intermediul unor piese izolante.

Bobinajul de joasă tensiune este executat dintr-un conductor din cupru profilat, izolat cu hîrtie, în două straturi, cu un canal de răcire între straturi și impregnat cu lac ALM.

Bobinajul de înaltă tensiune este de tip stratificat cu un canal de răcire în centrul bobinei, cu izolația conductorului din hîrtie întărită la straturile de intrare și ieșire, cu izolație între straturi și cu izolație întărită la capetele de strat, impregnat cu ALM.

Dată fiind temperatura ambiantă de 50°C, răcirea transformatoarelor a fost tratată cu multă atenție. S-au considerat necesare canale de răcire în interiorul bobinelor de joasă tensiune și înaltă tensiune, deși la puteri atît de mici nu sînt uzuale. Rezultatele obținute la probele de tip au confirmat utilitatea lor.

Pentru răcirea cuvei, conform calculelor, un rînd de țevi curbate, pe trei pereți, nu ar fi fost suficient (ținînd seamă că peretele spre IT trebuie să rămînă liber pentru agățare pe stîlp). Un al doilea rînd de țevi, pe un singur perete, ar fi mărit gabaritul peste cel admis.

Încălzirea maximă admisibilă a bobinajului (prin metoda rezistențelor) este de 55 °C, iar a uleiului, în păturile cele mai calde (cu termometrul), este de 50°C.

Soluția adoptată diferă fundamental de construcția obișnuită și constă în țevi drepte, dispuse pe două rînduri, în zigzag, între două colectoare de tablă sudată. Colectoarele, la rîndul lor, sînt legate de cuvă prin cîte două-trei țevi de diametru mare. După cantitatea căldurii de disipat, în funcție de mărimea transformatorului, s-au montat una — trei asemenea baterii. Pentru intensificarea disipării căldurii, bateriile au fost montate cu o înclinare de 9° față de verticală (fig. 5).

Transformatoarele sînt destinate a funcționa agățate pe stîlp. Pentru aceasta, conform ASA [1], ele se echipează cu două brățări de agățare, tipizate (fig. 6). Brățările sînt prevăzute cu cîte o decupare verticală pentru pătrunderea

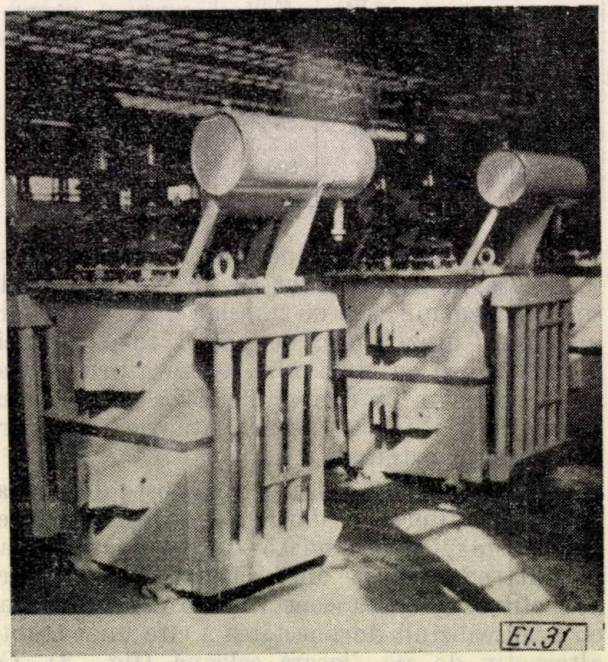


Fig. 6. Vedere asupra brățărilor de agățare tipizate conform ASA C–57.

unui bulon, iar brățara superioară este prevăzută și cu două ciocuri de asigurare împotriva deplasării. Brățările sînt sudate de cuvă la o înălțime tipizată.

Pe fundul cuvei sînt prevăzute două tălpi de fier U, destinate în primul rînd ancorării transformatorului în ambalaj, în timpul transportului.

Printre accesoriile specifice acestor transformatoare sînt de remarcat următoarele:

— dispozitivul pentru punerea la masă a joasei tensiuni. Acesta este distinct de şurubul de punere la pămînt şi este amplasat pe cuvă în dreptul izolatorului de joasă tensiune, permiţînd legătura cu ajutorul unei lamele de contact;

— clemele de legătură ale izolatoarelor de înaltă tensiune şi joasă tensiune sînt piese masive montate pe bolţurile izolatoarelor şi care permit strîngerea directă, cu ajutorul unui şurub, a capetelor conductorilor de racordare la reţea (aceste cleme sînt tipizate);

— marcarea bornelor este conform ASA (H_1, H_2 şi x_4, x_2, x_3, x_1) corespunzătoare polarităţii aditive;

— pe cuvă, cu litere mari este înscrisă, prin vopsire, conform ASA, puterea în kVA, pentru a putea fi citită de la distanţă;

— pentru protejarea uleiului din cuvă s-a prevăzut un dispozitiv original, o supapă hidraulică. Aceasta constă într-un mic pahar conţinînd ulei, montat pe ţeava de aerisire a conservatorului, protejat contra pătrunderii ploii şi a ieşirii uleiului. Schimbul de aer dintre exterior şi interior se face pe principiul sifonului. Supapa permite contactul dintre aerul interior şi mediul ambiant numai în perioadele de echilibrare a presiunilor. Dispozitivul este de o construcţie simplă şi ieftină, de un gabarit redus şi cere o întreţinere minimă. Date fiind avantajele acestei supape, ea a fost extinsă şi la alte transformatoare. Trebuie menţionat că beneficiarul extern a refuzat livrarea transformatoarelor în varianta cu filtre cu silicagel, din cauza întreţinerii dificile a acestora (fig. 7).

Problema tehnologică cea mai dificilă a fost asigurarea protecţiei climatice tip TH. În acest capitol au intrat acoperirile metalice şi vopsirea. Acestea s-au realizat conform recomandărilor ICPE. Sablarea şi depunerea grundului reactiv s-au făcut pe subansambluri, operaţii uşoare, datorită faptului că bateriile constituie subansambluri independente.

Rezultatele încercărilor

Soluţia constructivă a fost verificată pe prototipuri. Acestea au fost supuse tuturor încercărilor de tip, rezultatele fiind corespunzătoare. Încercarea climatică s-a făcut în camera specială de la ICPE. La sfîrşitul perioadei de încercare, transformatoarele au fost găsite în stare bună.

Dată fiind funcţionarea la plină putere pe toate treptele, în tabela 2 se dau rezultatele probelor de încălzire corespunzătoare treptei celei mai defavorabile.

Afară de încercările uzuale [4], [5], s-a executat şi o problemă de agăţare. Un transformator de 50 kVA a fost lăsat agăţat pe un stîlp

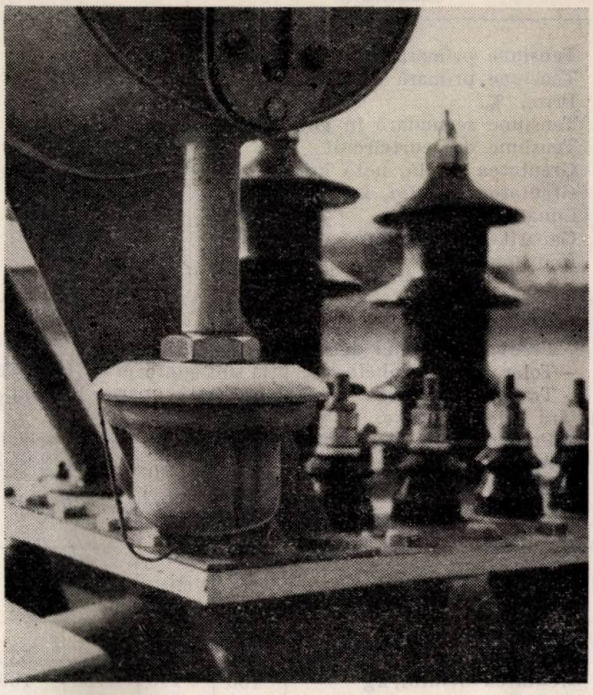


Fig. 7. Supapă hidraulică pentru protejarea uleiului.

timp de trei luni, fără să se remarce nici o deformare a cuvei.

În prezent, seria de 200 de transformatoare este executată şi expediată.

Tabela 2

Rezultatele probelor de încălzire

Puterea, kVA	Bobinajul de înaltă tensiune, °C	Bobinajul de joasă tensiune °C	Uleiul, °C
25	52,6	52,8	41,6
$37^1/_2$	51	47,7	38
50	54,5	51,6	35,2
75	53	54,5	47,5

ANEXĂ – DATE TEHNICE

Informativ, se dau în cele ce urmează datele tehnice pentru transformatoarele livrate în Cuba.

— Cuvă de oţel, sudată, cu răcire naturală cu ulei, cu ţevi de răcire; conservator cu indicator al nivelului de ulei; dispozitiv de reglare a tensiunii cu acţionare manuală, acţionat de pe capac cînd transformatorul este scos de sub tensiune (pentru transformatoarele de la 37 1/2 kVA în sus) şi acţionat de sub capac, printr-o gură de acces în capac (la transformatoarele sub 37 1/2 kVA).

— Transformatoarele sînt echipate cu accesorii şi cu urechi de atîrnare pe stîlp, în conformitate cu prescripţiile EEI — NEMA incluse în ASA C—57.

— Se execută în protecţie climatică TH, pentru o temperatură ambiantă de 50°C, montaj exterior.

— Pe partea de joasă tensiune au patru borne permiţînd conectarea serie, paralel sau în puncte cu trei fire.

— Pe partea de înaltă tensiune, izolaţia trebuie să corespundă pentru cazul montării transformatoarelor în grup trifazat.

Tabela 3

Caracteristici tehnice particulare

Putere, kVA Caracteristici	25	$37^1/_2$	50	75	Toleranţe
Tensiune primară, V	7 200	7 200	7 620	480	—
Tensiune primară în stea, V	12 470	12 470	13 200	—	—
Prize, %	−4, −2,5	−2, +2,5	+2, +2,5	—	—
Tensiune secundară în gol, V	120/240	240/480	120/240	120/240	±0,5 %
Tensiune de scurtcircuit	4,4	4,4	4,4	4,4	±10 %
Greutatea totală, neto kg	400	550	700	800	—
Greutatea uleiului, kg	90	115	130	160	—
Lungimea, mm	900	940	960	1 050	—
Gabarit lăţime, mm	650	700	750	780	—
Înălţimea, mm	1 250	1 300	1 300	1 350	

— Frecvenţa reţelei de 60 Hz. Faze : 1.
— Toleranţele, probele, recepţia sînt conform CEI 76–55.
— Transformatoarele se livrează cu supape hidraulice şi fără relee de gaze.
— Puterea nominală este asigurată pe toate prizele.
— Alte caracteristici tehnice sînt date în tabelele 3 şi 4.

Tabela 4

Caracteristici realizate

Putere, kVA Caracteristici	25	$37^1/_2$	50	75
Greutatea totală, neto kg	370	430	490	530
Greutatea uleiului, kg	100	115	155	160
Lungimea, mm	800	970	980	980
Gabarit lăţime, mm	630	615	690	690
Înălţimea, mm	1 190	1 210	1 270	1 120

Bibliografie

[1] American standard for distribution, power and regulating transformers and reactors other than current — limiting reactors, C 57–12–1949.

[2] Proposed american standard EEI — NEMA. Standards for distribution transformers. C 57.20 — 1953.

[3] Recommandations de la CEI pour les transformateurs de puissance, Publ. 76 — 1955.

[4] Transformatoare de putere, trifazate, în ulei. Metode de încercare. STAS 3035 – 61.

[5] Transformatoare de putere, trifazate, în ulei. Condiţii generale, STAS 1703–60.

[6] *Bulgacov, N. I.* Calculul transformatoarelor. Bucureşti, Ed. tehnică, 1951.

[7] *Richter, R.* Maşini electrice, III. Transformatorul. Bucureşti, Ed. tehnică, 1960.

Intrat în redacţie la 20.07.1963

Materiale electroizolante pe bază de siliconi

Ing. **Valerian Licã*** — Bucureşti

Dezvoltarea impetuoasă a industriei constructoare de maşini şi aparate electrice a necesitat izolanţi electrici care să facă faţă noilor sarcini de producţie. O exploatare mai intensivă a maşinii electrice cere o creştere însemnată a temperaturii maxime de durată admisibile a materialelor izolante, cu păstrarea concomitentă a nivelului atins pînă acum în ceea ce priveşte celelalte proprietăţi.

CZ 621.315.617.4 : 621.312

Ultimele descoperiri în domeniul materialelor electroizolante au dus, în cele din urmă, la producerea izolanţilor electrici pe bază de siliconi, care au permis înfiinţarea claselor de izolaţie F şi H, cu temperaturile maxime de durată de 155, respectiv 180°C.

Din punct de vedere chimic siliconii reprezintă o grupă de materiale organice polisiloxane, care pot fi modificate şi utilizate în diferite moduri.

În funcţie de alegerea materiilor prime (halogensilani organici), respectiv a amestecurilor, se obţin siliconi lichizi, răşini sau cauciucuri, după următoarea schemă

R_3SiX — R_2SiX_2 — $RSiX_3$

Siliconi lichizi — Cauciuc pe bază de siliconi — Răşini pe bază de siliconi

Răşinile siliconice sînt polimeri macromoleculari cu grad mare de ramificare a siloxanului care, sub acţiunea căldurii, pot fi trecute în stare insolubilă şi infuzibilă.

Cauciucul siliconic este un polidimetilsiloxan cu masă moleculară mare, care poate forma reţele cu ajutorul peroxizilor.

* Ing. *V. Licã* este şeful serviciului tehnic II la F.C.M.E.

Uleiurile siliconice au masa moleculară mică şi se caracterizează prin faptul că viscozitatea lor este, în mare măsură, independentă de temperatură.

Toate materialele siliconice au însă anumite caracteristici comune, care pot fi utilizate în mod foarte avantajos în electrotehnică:

— stabilitate termică ridicată, clasa H de izolaţie (180°C);
— stabilitate excepţională faţă de umiditate;
— stabilitate faţă de acţiunea mediilor agresive (ozon, oxigen, agenţi atmosferici, diverse substanţe chimice);
— insensibilitate la efluvii electrice;
— absenţa îmbătrînirii la temperatura regimului normal (90—130°C);
— stabilitate a proprietăţilor electrice la variaţiile de temperatură într-o limită de la —50°C la 250°C.

În prezent, industria constructoare de maşini electrice dispune de un mare număr de materiale electroizolante cu stabilitate termică ridicată, avînd ca liant răşină siliconică sau cauciuc siliconic şi folosind diferite materiale ca suport cum sînt: ţesătură de sticlă, micăşpalt, hîrtii şi ţesături de azbest sau produse siliconice fără material de suport sub formă de lacuri de impregnare, umpluturi etc.

Avînd în vedere că în prezent izolaţia cu siliconi este mai costisitoare şi ţinînd seamă de proprietăţile acestei izolaţii ea se dovedeşte a fi favorabilă, în special la construcţia de maşini electrice, în următoarele cazuri:

a. *Din motive de siguranţă.* Aceste motoare sînt, în general, dimensionate pentru clasa de izolaţie B. Stabilitatea termică ridicată a înfăşurării permite funcţionarea motorului în condiţii de încărcare grele, la o frecvenţă mare de conectări şi la schimbarea repetată a sensului de rotaţie, fără ca maşina să fie deteriorată. În afară de aceasta, izolaţia siliconică este foarte rezistentă faţă de influenţele chimice şi climaterice nefavorabile şi faţă de influenţa radiaţiilor radioactive şi, prin aceasta, garantează o siguranţă ridicată în exploatare.

b. *La temperatura ambiantă ridicată.* Ţinînd seamă de solicitarea în lagăr, limita pentru introducerea maşinilor de acest fel ar fi la o temperatură ambiantă de circa 120°C (de exemplu în mine).

c. *La utilizarea încălzirii admise după clasa de izolaţie.* Dacă maşinile sînt dimensionate după clasa de izolaţie H, la aceleaşi dimensiuni exterioare ale maşinii şi la aceleaşi greutăţi ca la motoarele de clasă de izolaţie B se obţine o creştere a puterii cu circa 30%.

Aceste maşini se introduc avantajos acolo unde se cere o greutate redusă, o construcţie cu dimensiuni reduse şi un cuplu propriu al rotorului mic.

În continuare se vor arăta cîteva exemple practice pentru domeniile de utilizare a motoarelor cu izolaţie siliconică:

— motoarele de antrenare pentru valţuri;
— motoarele pentru maşini-unelte;
— motoarele de antrenare pentru ventilatoare de aer cald (motoarele fiind amplasate direct în curentul de aer cald);
— motoarele de tracţiune pentru căile ferate;
— motoarele pentru macarale şi poduri rulante;
— motoarele pentru laminoare şi cuptoare Martin;
— motoarele pentru mine (motoare pentru excavatoare, de antrenare pentru vibratoare etc.);
— motoarele de pompe, agitatoare, malaxoare, centrifuge în industria chimică;
— motoarele pentru cuptoare de ciment;
— motoarele pentru instalaţiile de prelucrare a produselor lactate;
— motoarele pentru maşinile de ţesut (complet capsulate, fără ventilaţie şi deci care nu pot ridica praf);
— motoarele pentru nave, avioane, etc.;
— rebobinarea de motoare industriale.

Utilizarea izolaţiilor pe bază de siliconi a permis, de asemenea, să se treacă la transformatoare uscate cu puteri pînă la 5 000 kVA şi la tensiuni pînă la 15 kV.

Transformatorul cu siliconi are o serie de proprietăţi mai importante faţă de transformatorul corespunzător cu ulei, şi anume:

— este mai uşor (cu greutatea cuvei şi a uleiului din cuvă);
— poate fi supraîncărcat aproape dublu;
— nu cere practic o întreţinere specială;
— prin scufundare în răşini siliconice se evită posibilitatea de absorbţie a umidităţii de către piesele izolante. De aceea transformatoarele cu siliconi pot fi conectate, fără pericol, şi după pauze mai mari;
— nu cere măsuri de protecţie contra incendiilor, deci este posibilă montarea transformatorului în orice loc.

Exemple de utilizare: transformatoare pentru mine, transformatoare subterane, transformatoare pentru staţii de conectare transportabile etc.

În continuare se dau cîteva exemple din care reies avantajele obţinute în urma utilizării izolaţiilor din clasa H în cîteva cazuri.

La tensiuni egale şi puteri egale, maşinile electrice izolate pentru clasa de izolaţie H prezintă reduceri faţă de aceleaşi maşini izolate însă în clasa B (tabela 1).

Tabela 1

	Reduceri, %	
	greutate	volum
Motoare de la 1 la 100 CP	20—25	30—35
Generatoare pînă la 1 000 kV	35	40
Transformatoare pînă la 5 000 kVA	22	60

La greutate şi volum egale creşterile de putere sînt:

— alternatoare de 3 000 kV, 50%;
— motoare pînă la 100 CP, 40 la 50%;
— motoare de la 100 la 500 CP, 22 la 34%.

Rebobinările motoarelor cu izolaţie de clasa H duc la mărirea puterii cu 10% faţă de clasa F, cu 30% faţă de clasa B şi cu 50% faţă de clasa A. Astfel de motoare pot suporta suprasarcini orare de 60% din puterea lor.

Frecvenţa de rebobinare depinde, desigur, de condiţiile de regim ale motorului, dar

experiența dobîndită permite să se afirme că un motor rebobinat de clasa H ține cel puțin de 5 ori mai mult decît un motor rebobinat de clasa B.

La Fabrica de cabluri și materiale electroizolante — București (FCME), începînd din anul 1961, au fost asimilate peste 15 tipuri de izolanți electrici pe bază de siliconi, care au fost utilizați cu rezultate corespunzătoare în construcția de mașini și aparate electrice.

Produse pe bază de mică. Prin asocierea rășinilor siliconice cu micașpalt au fost realizate materiale izolante pentru clasa H de izolație. Aceste materiale pot fi construite cu unul și cu două suporturi de țesătură de sticlă sau fără nici un suport. După tipul rășinii și după procesul tehnologic aplicat se pot obține produse rigide sau flexibile.

Produsele obținute, tipurile, dimensiunile, caracteristicile tehnice principale și utilizările lor sînt indicate în tabela 2.

Procesele tehnologice stabilite pentru fabricarea acestor produse se bazează pe încleierea manuală a foițelor de mică cu rășină siliconică, pe aplicarea suportului, unde este cazul, și îndepărtarea substanțelor volatile prin uscare la temperatura de 100—120°C.

Rășina siliconică din micanitele flexibile și micabenzi nu este polimerizată complet, pentru a se menține flexibilitatea în timp a acestor produse, polimerizarea completă se face de către constructorul de mașini electrice odată cu impregnarea și coacerea mașinii.

Situația este aceeași și la produsele de formare (sticlomicafoliu și micanita de formare) care la utilizare sînt încălzite la o temperatură de 90—100°C pentru a permite formarea reperului respectiv, care este supus apoi unui tratament termic combinat cu o presare corespunzătoare la temperatura de 200—250°C.

La fabricarea tuburilor CMFSi din micanită de formare, tubul, după formare la mașini obișnuite de rulare, este supus unui tratament termic de 2—4 h la temperatura de 200—250°C.

Micanita de garnituri MGSi, după încleiere, uscare și presare, suferă un tratament termic la temperatura de 250°C, timp de 16—24 h.

Produse impregnate. Prin impregnarea și lăcuirea țesăturii de sticlă cu rășini sau cauciucuri siliconice s-au obținut materiale izolante flexibile, utilizate sub formă de benzi la izolația mașinilor electrice. Procesul tehnologic pentru fabricarea acestor produse se bazează pe: impregnarea țăsăturii de 1—3 ori, uscarea după fiecare impregnare la temperatura de 130—140°C și un tratament termic final, la temperatura de 250°C.

Tipurile, dimensiunile, caracteristicile tehnice principale și utilizarea țesăturilor de sticlă impregnate cu siliconi sînt indicate în tabela 3.

Tabela 2

Produse pe bază de mică și siliconi

Denumirea produsului	Tipul produsului	Construcția	Grosimi sau diametre, mm	Conținut de mică, %	Rezistența la tracțiune, kg/cm²	Rigiditate dielectrică, kV/mm	Utilizare
Sticlomicafoliu	S_1MSi	țesături sticlă-mică	0,10	min. 50	5—9	13—20	izolația barelor
Micanita de formare	MFSi	micanită	0,2—0,3	75—90	—	30—55	pentru fabricarea reperelor fasonate ca: cilindri, conuri de colector etc.
Micanita de garnituri	MGSi	micanită	0,5—2,0	80—95	—	20—40	garnituri izolante izolație între straturi
Micabandă	S_1MSi S_2MSi	țesătură sticlă-mică țesătură sticlă-mică-țesătură sticlă	0,10 0,13	min. 50 min. 45	6—10 9—14	20—40 18—35	izolația înfășurărilor, a barelor etc.
Micanită flexibilă	MSi S_1MSi S_2MSi	micanită țesătură sticlă-micanită țesătură sticlă-micanită-țesătură sticlă	0,15—0,50 0,20—0,50 0,20—0,50	min. 75 min. 50 min. 50	— 8—20 10—28	30—45 25—40 20—35	izolația de crestătură izolația între straturi pentru înfășurarea barelor, tuburilor și a pieselor metalice complicate
Cilindri micanită	CMFSi	micanită MFSi	10—30	min. 80	—	32—45	pentru scopuri termice ca suporturi izolante pentru rezistențe termice etc.
Metode de încercare				N.I. 1147—62	STAS 4737—62	STAS 6257—60	

Tabela 3

Țesături de sticlă, lăcuite cu siliconi

Caracteristici tehnice	Unități de măsură	Țesătură LS			Țesătură CS			Metode de încercare
		0,12 mm	0,15 mm	0,20 mm	0,10 mm	0,15 mm	0,20 mm	
Rezistența la rupere	kgf/cm	5—7	7—9	8—10	2—2,5	3—3,5	4,5—5,5	STAS 4737—62
Rigiditatea dielectrică :	kV/mm							STAS 6257—60
— în stare de livrare		55—75	65—75	50—70	20—30	40—50	30—50	
— după îndoire		55—65	60—70	50—60	20—30	40—50	30—50	
— la 180°C		45—50	30—40	35—40	35—45	35—45	35—45	
— după 24 h în apă		45—55	27—58	10—15	10—15	10—15	15—20	
Rezistivitatea de volum :	Ω cm							STAS 6107—59
— în stare de livrare		1.10^{15}—3.10^{15}	1.10^{15}—$2,5.10^{15}$	5.10^{14}—$3,5.10^{15}$	1.10^{14}—7.10^{14}	1.10^{14}—6.10^{14}	1.10^{14}—6.10^{14}	
— după 24 h în apă		7.10^{14}—9.10^{14}	5.10^{13}—$3,5.10^{14}$	1.10^{13}—5.10^{13}	7.10^{12}—9.10^{12}	2.10^{12}—5.10^{12}	8.10^{12}—$1,5.10^{13}$	
Utilizări	izolarea înfășurărilor mașinilor electrice, a transformatoarelor și a aparatelor care lucrează la temperaturi până la 180°C; de asemenea, ca izolație de crestătură; izolarea conductorilor cu rezistență mare la umiditate etc.							

Țesăturile de sticlă impregnate CS, față de țesăturile impregnate LS, sînt mai flexibile și își mențin elasticitatea între —55 și 180°C și, limitat, pînă la 250°C rezistența la străpungere electrică rămîne și după îndoire și cutare mai mare decît la țesăturile LS, conductibilitatea termică este mai bună, fapt care face ca utilizarea acestor țesături să fie foarte avantajoasă și la mașinile electrice de clasă de izolație mai joasă.

De semenea, țesăturile de sticlă impregnate cu rășini siliconice au o sensibilitate ridicată la solvenți și la uleiuri. Țesăturile CS în contact îndelungat cu solvenții prezintă o slabă gonflare însă își mențin proprietățile.

Prin impregnarea tuburilor flexibile (ciorapi) din împletitură de fire de sticlă cu rășini sau cauciucuri siliconice s-au obținut tuburi izolante cu utilizări importante în construcția de mașini și aparate electrice. Procesul tehnologic discontinuu aplicat se bazează pe impregnarea tuburilor de 1—5 ori, în funcție de tipul tubului, uscarea după fiecare impregnare la 120—140°C și tratament termic final la temperatura de 250°C.

Prin acest procedeu s-au obținut tuburi impregnate în lungimi de circa 1 m.

La FCME este în curs de proiectare și execuție o mașină pentru impregnarea tuburilor flexibile care va asigura obținerea tuburilor impregnate în lungimi continue.

Tuburile flexibile SASi sînt impregnate numai o singură dată cu o soluție diluată de rășină siliconică. Aceasta servește pentru menținerea secțiunii rotunde a tubului și, în același timp, îi mărește stabilitatea la umiditate. Tuburile SASi se folosesc, în special, ca protecție termică și, în unele cazuri, ca tuburi izolante, cînd, o dată cu impregnarea mașinii electrice, se impregnează și ele.

Datele cu privire la tuburile flexibile pentru clasa H sînt indicate în tabela 4.

Produse stratificate. În acest domeniu a fost obținut sticlotextolitul fabricat prin presarea țesăturii de sticlă impregnată cu rășină siliconică.

Procesul tehnologic se bazează pe impregnarea și polimerizarea țesăturii de sticlă cu rășină siliconică, presarea acestei țesături în plăci la o presiune de 70—80 kgf/cm² și temperatură de 160°C și tratarea termică a laminatului obținut la temperatura de 250°C timp de 6 h.

Țesătura de sticlă utilizată a fost de tipul YMON (140 g/m²) pentru plăci pînă la 3 mm grosime și YVETA (190 g/m²) pentru plăci cu grosimea de 3—20 mm.

Sticlotextolitul are proprietăți dielectrice bune într-o gamă largă de frecvențe, precum și o absorbție de apă foarte redusă, o rezistență bună la străpungere electrică și stabilitate ter-

Tabela 4

Tuburi din împletitură de sticlă, impregnate cu siliconi

Tipul	Construcția	Diametre interioare, mm	Grosime de perete, mm	Tensiune de străpungere, kV
SASi	ancolat cu rășină siliconică	1 — 12	0,10—0,40	—
SRSi 1	impregnat cu rășină siliconică	1 — 12	0,25—0,6	1—3
SRSi 2	idem	1 — 12	0,35—0,7	2—5
SCSi 1	impregnat cu cauciuc siliconic	1 — 12	0,25—0,6	1—3
SCSi 2	idem	1 — 12	0,35—0,7	2—5
SCSi 3	idem	1 — 12	0,45—0,85	3—7
SCSi 4	idem	1 — 12	0,55—1,00	4—8
Metode de încercare				STAS 6257—60

Utilizare: izolarea conductorilor și a conexiunilor în transformatoarele de tip uscat izolate, de clasă H, echipamente de tracțiune cu izolație siliconică, generatoare și motoare industriale, aparatură casnică, reșouri, echipamente radio și televiziune și ca înlocuitor pentru inelele de porțelan utilizate la vechile tipuri de aparate electrice.

Tabela 5

Sticlotextolit cu siliconi

Caracteristici tehnice	Unități de măsură	Rezultate obținute	Metode de încercare
Grosimi	mm	0,5—20	
Greutatea specifică	g/cm³	1,6—1,8	STAS 5886 — 58
Rezistența la tracțiune	kgf/cm²	1 800—2 100	STAS 6642 — 62
Rezistența la încovoiere perpendicular pe straturi	kgf/cm²	1 450—1 700	STAS 5874 — 58
Rezistența la șoc	kgfcm/cm²	35—50	STAS 5801 — 58
Forța de despicare	kgf	190—210	GOST 2910 — 54 N.I. 1246 — 63
Absorbția de apă după 24 h.	%	0,07—0,12	STAS 5690 — 57
Încercarea la tensiune timp de 1 min, perpendicular pe straturi : — în stare de livrare 1 mm 2 mm 3 mm — la 180°C 1 mm 2 mm 3 mm	kV	 15 16 18 13 12 12	STAS 6257 — 60
Rezistivitatea de volum : — în stare de livrare — la 180°C — după 24 h la 95 % Hr	 Ω cm Ω cm Ω cm	 $1.10^{15} - 3.10^{15}$ $10^{12} - 10^{13}$ $1.10^{15} - 3.10^{15}$	STAS 6107 — 59
Rezistivitatea de suprafață la 20 °C	Ω	$5.10^{13} - 2 \cdot 10^{14}$	STAS 6107 — 59
Tangenta unghiului de pierderi dielectrice : — la 50 Hz — la 1 MHz		 0,002 — 0,02 0,005 — 0,007	STAS 2740 — 60
Rezistența la căldură după Martens	°C	125 — 140	STAS 6174 — 60

Utilizare — material izolant pentru clasă H ca : pene de crestătură, plăci de borne, izolații între straturi, strat separator electroizolant etc.

mică pînă la 250°C. Datele privind sticlotextolilul obținut sînt indicate în tabela 5.

O importanță deosebită în fabricarea materialelor izolante pe bază de siliconi, care au în construcția lor țesătură de sticlă, o formează calitatea acesteia. Țesătura de sticlă trebuie să fie de calitate E, nealcalină (se admite o alcalinitate de maximum 0,1%.

De asemenea, țesătura de sticlă înainte de utilizare, mai ales pentru sticlotextolit, trebuie să fie supusă unei operații de dezancolare, pentru a îndepărta substanțele de ancolare cuprinse în constituția ei. Substanțele de ancolare micșorează aderența dintre rășină și țesătură și duc la scăderea proprietăților dielectrice sub acțiunea umidității.

Din încercările efectuate, experimentîndu-se mai multe procedee: fizic, chimic, termic, s-a constatat că procedeul termic dă cele mai bune rezultate. Prin acest procedeu, care constă în tratarea termică a țesăturii de sticlă la temperatura de 350°C timp de 24 h (în procedeu discontinuu), se ajunge la un conținut de substanțe de ancolare de 0,1—0,2% (corepunzător pentru fabricație).

În studiile viitoare, la fabricarea sticlotextolitului, după dezancolarea termică a țesăturii se va trata aceasta cu o rășină (așa numitul „finiș") care va mări aderența rășinii siliconice cu țesătura, obținîndu-se un produs cu proprietăți mecanice și electrice ridicate.

Conductori de bobinaj. Au fost obținuți conductori de cupru rotunzi sau dreptunghiulari, cu izolație din fire de sticlă impregnată cu rășini siliconice.

În acest scop conductorul de cupru se acoperă cu două înfășurări de fire de sticlă în direcții contrare; după fiecare înfășurare conductorul este impregnat cu rășină siliconică și copt la o temperatură de circa 450°C. Operațiile de înfășurare cu fire de sticlă și de impregnare cu rășini siliconice se fac prin procedeul continuu, pe o mașină specială pentru acest scop.

Conductorii izolați cu fire de sticlă și siliconi pot fi folosiți cu succes pentru mașinile electrice, aparatele de conectare și transformatoare, întotdeauna cînd apar temperaturi ridicate de regim sau ale mediului înconjurător. Prin utilizarea acestora se obține, de asemenea, o siguranță mărită față de supraîncărcările care pot apărea. În cazul supraîncărcărilor ridicate, rășina distrusă (acid silicic fin dispersat) și înfășurarea de sticlă împiedică contactul dintre conductorii de cupru. Printr-o nouă impregnare se repune motorul în funcțiune.

Date tehnice privind aceste produse sînt indicate în tabela 6.

Cu materialele electroizolante pe bază de siliconi realizate se pot considera asigurate schemele de izolație pentru majoritatea mașinilor electrice construite în clasa de izolație H.

În cele ce urmează se dă ca exemplu schema de izolație a statoarelor mașinilor electrice cu înfășurare în două straturi, cu crestă-

Tabela 6

Conductori de cupru izolați cu fire de sticlă

Caracteristici tehnice	Unități de măsură	Tipul 2Ss	Tipul P2Ss	Metode de încercare
Construcție		conductor rotund Cu, cu două înfășurări din fire de sticlă, impregnat cu lac siliconic	conductor dreptunghiular Cu, cu două înfășurări din fire de sticlă, impregnat cu lac siliconic	
Diametrul nominal (d) sau latura mare a conductorului	mm	0,9—1	0,9—3,80	
Elasticitatea izolației în stare de livrare: — diametrul dornului de înfășurare — calitatea		4 d — nu apar crăpături	6—35 (îndoire pe latura mare) — nu apar crăpături	N.I. 1232—62
Elasticitatea izolației după tratament termic: — temperatura de tratament — timpul de tratament — diametrul dornului de înfășurare — calitatea	°C ore	200 24 4d — nu apar crăpături	200 24 6—35 (îndoire pe latura mare) — nu apar crăpături	N. I. 1232—62
Rezistența la uzură prin frecare cu ac de oțel cu diametrul de 0,6 mm: — forța de apăsare — numărul de curse duble	gf	200 15—30	500 100—300	N.I. 1232—62
Tensiunea de străpungere	kV	550—1 000	550—1 000	N.I. 1232—62

tură semiînchisă, cu tensiunea de regim pînă la 500 V inclusiv, cu izolație de clasa H.

Izolația crestăturii, este reprezentată în figura 1.

Izolația părților frontale și a conexiunilor interioare din înfășurările statoarelor va fi alcătuită astfel:

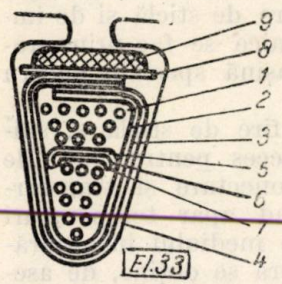


Fig. 1. Izolarea înfășurărilor la partea de crestătură:

1 — conductori rotunzi, izolați cu fire de sticlă 2 Ss; *2* — țesătură de sticlă lăcuită LS, grosimea 0,12—0,15 mm; *3* — micanită flexibilă S_1MSi, grosimea 0,25—0,3 mm; *4* — țesătură de sticlă lăcuită LS, grosimea 0,12 — 0,15 mm; *5* — țesătură de sticlă lăcuită LS, grosimea 0,12—0,15 mm; *6* — micanită flexibilă S_1MSi, grosimea 0,25—0,3 mm; *7* — țesătură de sticlă lăcuită LS, grosimea 0,12—0,15 mm; *8* — Sticlotextolit Si, grosimea 0,5 mm; *9* — Sticlotextolit Si, grosimea 1—5 mm.

— izolația bobinelor la părțile frontale: un strat micabandă S_1MSi, suprapusă, apoi un strat de bandă de sticlă;

— izolația între faze (se folosește în formă încleiată în lipsa izolației bobinelor în părțile frontale): țesătură de sticlă lăcuită LS cu grosimea de 0,12—0,15 mm; micanită flexibilă S_1MSi, cu grosimea de 0,25—0,30 mm; țesătură de sticlă lăcuită LS, cu grosimea de 0,12—0,15 mm;

— capetele de ieșire: conductori marca MffSi;

— izolația conexiunilor: micabandă S_2MSi de 0,13 mm grosime, deasupra bandă de sticlă sau tuburi flexibile SCSi;

— legarea (înmănunchierea) conexiunilor: bandă de sticlă sau tub flexibil de sticlă (ciorap).

Concluzii. Materialele electroizolante pe bază de siliconi, realizate la FCME au dat posibilitatea construirii unor mașini electrice în clasa de izolație H, cum sînt: motoare pentru nave, motoare pentru climat TH, motoare solicitate termic etc. De asemenea, la noi în țară au fost experimentate transformatoarele uscate, utilizîndu-se materiale izolante pe bază de siliconi. Dezvoltarea industriei electrotehnice impune din ce în ce mai mult utilizarea acestor produse în scopurile arătate în acest articol.

Un viitor al siliconilor în industria electrotehnică îl va avea utilizarea lor la fabricarea materialelor electroizolante pe bază de hîrtie de mică. Aceste produse au un preț mai scăzut și o utilizare mult mai largă. Pentru aceasta se impune asimilarea în țară atît a hîrtiei de mică, cît și a siliconilor. Bază de materii prime pentru aceste fabricate există, este necesară numai începerea studierii și a proiectării acestor produse.

De asemenea, avînd în vedere importanța din ce în ce mai mare pe care o capătă izolanții siliconici în construcția de mașini și aparate electrice cu parametrii de funcționare superiori, pentru a trece la o fabricație de serie mare a acestor izolanți sînt necesare utilaje și instalații moderne, cu prroductivitate ridicată, cu conducerea și controlul automat al proceselor de fabricație.

Bibliografie

[1] *Andrianov, K. A.* Compuși macromoleculari pentru izolații electrice. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1961.
[2] *Andrianov, K. A.* Substanțe dielectrice silicoorganice stabile la căldură. Moscova-Leningrad, Gosenergoizdat, 1957.
[3] *Reuther, H.* Siliconii. Proprietăți și posibilități de utilizare. Dresda — Leipzig, 1959.
[4] *Meals, R, N,* și *Lewis, F. M.* Siliconi. New York-Londra, 1959.
[5] *Bajant, V.* ș.a. Siliconii. Compuși organosilicici, obținerea, proprietățile și utilizările lor. Moscova, Goshimizdat, 19€0.
[6] *Reuther, H.* Siliconii în electrotehnică. În: Plaste und Kautschuck **2**, nr. 6 și 7, 1955.
[7] *Reinsch, H. H.* Izolația cu siliconi în construcția transformatoarelor. În: Elektrotechnik (R.F.G.) **41**, nr. 42, 1959.
[8] *Figwer, E.* — Siliconii în electrotehnică. În: Maschinenwelt und Elektrotechnik (Austria) **14**, nr. 3/4, 1959.
[9] *Fitzgerald — Lee, G.* Siliconii pentru izolația electrică. În: Electrical Review **177**, nr. 19, 1960.
[10] *Schramm, H.* Izolația cu rășini siliconice în construcția transformatoarelor. În: EMA (R.F.G.). **41**, nr. 2, 1962.
[11] *Alvergnat, J.* Siliconii, aplicațiile lor în construcția electrică. În: Rev. gén. Électr. (Franța) **69**, nr. 8, 1960.
[12] *Wiliams, A. E.* Materiale electroizolante cu siliconi. În: Electr. J. (Anglia) **165**, nr. 23, 1960.
[13] *Anders, H.* Siliconi folosiți pentru izolații de bobinaje și de conductoare pentru instalații electrice. În: Eelektrotechnik (R.F.G.), **38**, nr. 22, 1956.
[14] *Stepan, W.* Materiale izolante în electrotehnică. Fabricarea și domeniul de aplicare a lor (Uzina de Materiale Izolante din Austria).
[15] *Rhone — Poulenc.* Întrebuințarea siliconilor. Rhodorsil în izolația electrică de clasă H. Sept 1962, referința 700—9c.

Intrat în redacție la 16.07.1963

Separatoare de putere realizate la uzinele „Electroputere" — Craiova

Marin Preda şi Benno Herşcovici * — Craiova

Pentru realizarea în condiţii economice a instalaţiilor electrice de comutaţie se folosesc tot mai mult separatoarele de putere. Problema asimilării separatoarelor de putere la uzinele „Electroputere" — Craiova s-a pus încă din anii 1957—1958, prima serie de aparate cu performanţe ridicate fiind asimilată în anul 1963.

CZ 621.316.545.1.002(498)

În urma unor studii comparative făcute pe diverse modele cunoscute la această dată, a fost asimilat separatorul de putere cu autocompresie pentru tensiunile de 10—15 kV şi pentru curentul nominal şi de rupere de 200 A.

În prima etapă, acest produs asigura — cu ajutorul unui dispozitiv de acţionare manuală — deschiderea rapidă cu viteza independentă şi închiderea lentă cu viteza strict dependentă de operator. Cerinţe mai recente şi justificate ale exploatării au ridicat problema restudierii acestui produs pentru a se realiza:

— siguranţa crescută în funcţionare;

— posibilitatea închiderii, cu viteza independentă de operator.

Aceste cerinţe au dus în etapa a II-a la refacerea aproape totală a produsului care — în construcţia nouă — realizează performanţe şi indici tehnico-economici considerabil crescuţi faţă de etapa iniţială (fig. 1).

Astfel au fost crescuţi curenţii nominali şi de rupere (practic, primul a fost dublat, iar al doilea triplat), şi s-a asigurat închiderea rapidă, ceea ce permite conectarea unor curenţi de peste 20 kA_{max} şi comanda de la distanţă a închiderii (necesară şi în schemele AAR). Toate aceste modificări de performanţe s-au obţinut practic în condiţiile păstrării cotelor de gabarit, a greutăţii şi a preţului de cost pentru separatoarele de sarcină realizate în etapa I.

După asimilarea separatoarelor de putere cu autocompresie s-a studiat, în colaborare cu ICPE, realizarea unor separatoare de putere — cu camere de stingere din material gazogen, cu pereţi drepţi (camere plate) şi un interval îngust între aceşti pereţi.

Aceste separatoare de putere, cu toate performanţele lor mai restrînse în comparaţie cu tipul cu autocompresie, s-au impus totuşi studiului pentru asimilare, dată fiind simplitatea lor, costul lor sensibil mai redus şi includerea lor în cadrul seriei unitare de separatoare normale „Electroputere" (de tipul STI).

În tabela 1 sînt ilustrate comparativ deosebirile dintre cele două tipuri de separatoare.

Concluziile ce rezultă din această tabelă comparativă sînt în esenţă următoarele:

— se impune asimilarea în fabricaţie a ambelor tipuri de separatoare de putere;

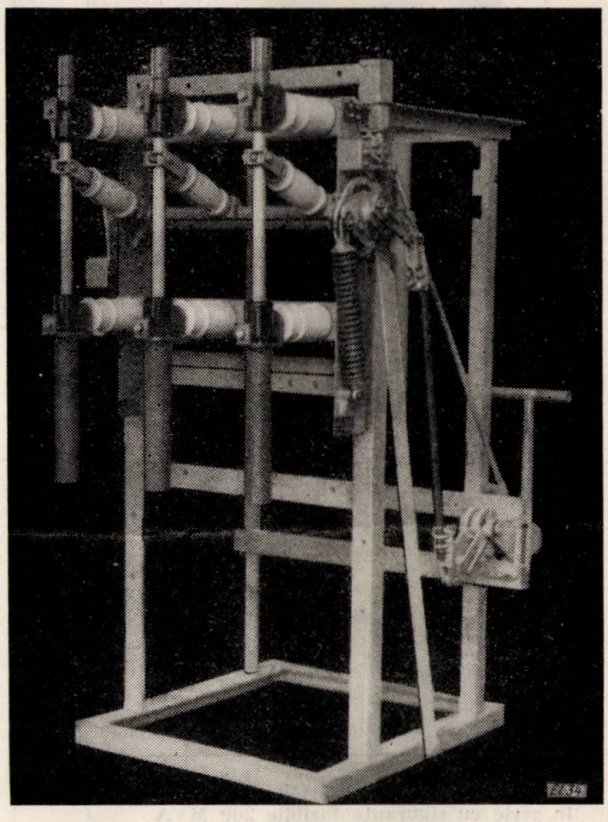


Fig. 1. Vedere de ansamblu a unui separator de putere cu închidere-deschidere rapidă cu autocompresie, cuplat cu un dispozitiv de acţionare manuală.

— se recomandă folosirea separatorului de putere cu autocompresiune în regimurile grele de lucru: frecvenţă mare de manevrare, conectare şi deconectare de curenţi inductivi sau capacitivi (cos φ foarte mic), în cazul comenzilor de la distanţă, pentru realizarea de automatizări (AAR) ca contactor de celule pentru comanda motoarelor electrice etc.;

— se recomandă folosirea separatorului de putere cu cameră de stingere din material gazogen (cu camere plate) în toate cazurile curente unde frecvenţa manevrelor este redusă şi reviziile se asigură mai des, unde obişnuit se

* *M. Preda* este inginer principal proiectant la uzinele „Electroputere" — Craiova, iar ing. *B. Herşcovici* este şeful serviciului tehnic aparataj, la aceeaşi uzină.

Tabela 1

Performanţele şi indicii tehnico-economici comparativi	Unităţi de măsură	Tipul separatorului de putere		Observaţii
		cu autocompresie	cu camere plate din material gazogen	
Gama tensiunilor nominale	kV	10,15	10(6) 20(15) 35	
Curent maxim de rupere la tensiune nominală [1], [2], [3], [4], [5]	A	600*	în studiu	*cu posibilitatea de creştere la circa 1 000 A (în perspectivă)
Factor de putere (cos φ) la care se poate face ruperea curentului maxim la tensiunea nominală [3], [4], [5]	—	0,15	0,7	
Felul deschiderii	—	rapidă, independentă de operator (cu resort)	rapidă, independentă de operator (cu resort)	
Felul închiderii	—	rapidă, independentă de operator (cu resort)	rapidă, independentă de operator (cu resort)	
Asigurarea acumulării de energie şi a comenzii electrice de la distanţă (prin bobină) pentru a servi eventual în schemele AAR	—	da	da	
Tipul acţionării	—	manuală sau cu motor* pentru acumularea energiei în resort; manuală sau electrică (de la distanţă) pentru comanda închiderii şi deschiderii	manuală pentru închidere şi deschidere	*în curs de asimilare pentru acumularea energiei în resort (în perspectivă)
Asigurarea protecţiei la scurtcircuit prin cuplare în serie cu siguranţe fuzibile 200 MVA	—	da	da	
Asigurarea comutării unui circuit operativ la arderea unui fuzibil de 200 MVA	—	da	da	
Posibilitatea utilizării la conectarea şi deconectarea circuitelor inductive inclusiv a bateriilor de condensatoare	—	da	nu	
Dependenţa performanţei de rupere de valoarea curentului de rupere (în sensul existenţei unui curent critic de rupere) în gama de curenţi pînă la curentul indicat mai sus, [6], [7], [8]	—	nu	da	
Capacitate de închidere pe scurtcircuit	—	da*	nu	*pînă la 20 kA maximum

Continuare Tabela 1

Performantele și indicii tehnico-economici comparativi	Unități de măsură	Tipul separatorului de putere		Observații
		cu autocompresie	cu camere plate din material gazogen	
Numărul de deconectări ale curentului maxim de rupere (arătat mai sus 2) între două revizii generale succesive, cu înlocuirea pieselor de uzură	—	2 000—4 000	200—300	la separatorul cu autocompresiune se înlocuiesc contactele de rupere și bușonul de suflaj; la cel cu camere de stingere din material gazogen se înlocuiesc camerele de stingere și contactele de rupere
Numărul de deconectări ale curentului maxim de rupere (arătat la nr. crt. 2) între două revizii periodice succesive, cu verificarea și eventual ajustarea pieselor de uzură.	—	circa 250	circa 20	la separatorul cu autocompresiune se verifică și eventual se curăță și ajustează contactele de rupere și bușonul de suflaj; la cel cu camere de stingere din material gazogen se verifică și eventual se curăță și ajustează camerele de stingere și contactele de rupere
Gabaritul în unități relative, raportat la separatorul tripolar obținut de aceeași tensiune (tipul STI „Electroputere")	—	2*	1,5*	—
Greutatea în unități relative, raportată la separatorul tripolar obișnuit de aceeași tensiune (tipul STI „Electroputere")	—	2,5*	2,5*	—
Prețul în unități relative, raportat la separatorul tripolar obișnuit de aceeași tensiune (tipul STI „Electroputere")	—	4*	2,5*	—
Realizarea unei construcții de serie unitară împreună cu separatoarele obișnuite (de tipul STI „Electroputere")	—	nu	da	—
Tipul instalației de montare	—	interior	interior	—

* Se referă la construcția fără siguranțe fuzibile.

impune numai deconectarea la curenți cu $\cos\varphi$ mai mare decît 0,7. Se are în vedere că aceste separatoare de putere sînt construite pe seria unitară cu cele normale de tipul STI „Electroputere" și — în consecință — există posibilitatea transformării comode și rapide a separatoarelor normale în separatoare de putere, cînd condițiile de exploatare impun acest lucru. Această transformare se poate face cu ușurință fără modificări în construcția celulei, deoarece cotele de gabarit ale suprafeței de montare rămîn practic neschimbate.*

* Ne-am propus ca într-un ciclu de articole să prezentăm — împreună cu ICPE — elementele tehnice ale acestor separatoare, precum și rezultatele studiilor și probelor făcute.

În acest articol se prezintă separatorul de putere cu autocompresiune. Datele tehnice ale acestui separator sînt indicate detaliat în tabela 1.

La realizarea acestui produs s-a ținut seamă de faptul ca el să satisfacă pe cît posibil toate cerințele exploatării. În acest sens aparatele se execută în două variante, și anume: separatoare echipate cu siguranțe fuzibile, pentru protecția împotriva scurtcircuitelor și separatoare fără siguranțe fuzibile.

Aceste separatoare de putere sînt aparate cu închidere și deschidere rapidă, prin intermediul unui dispozitiv cu acumulare de energie în resort, care formează o parte componentă a separatorului (fig. 2 și 3).

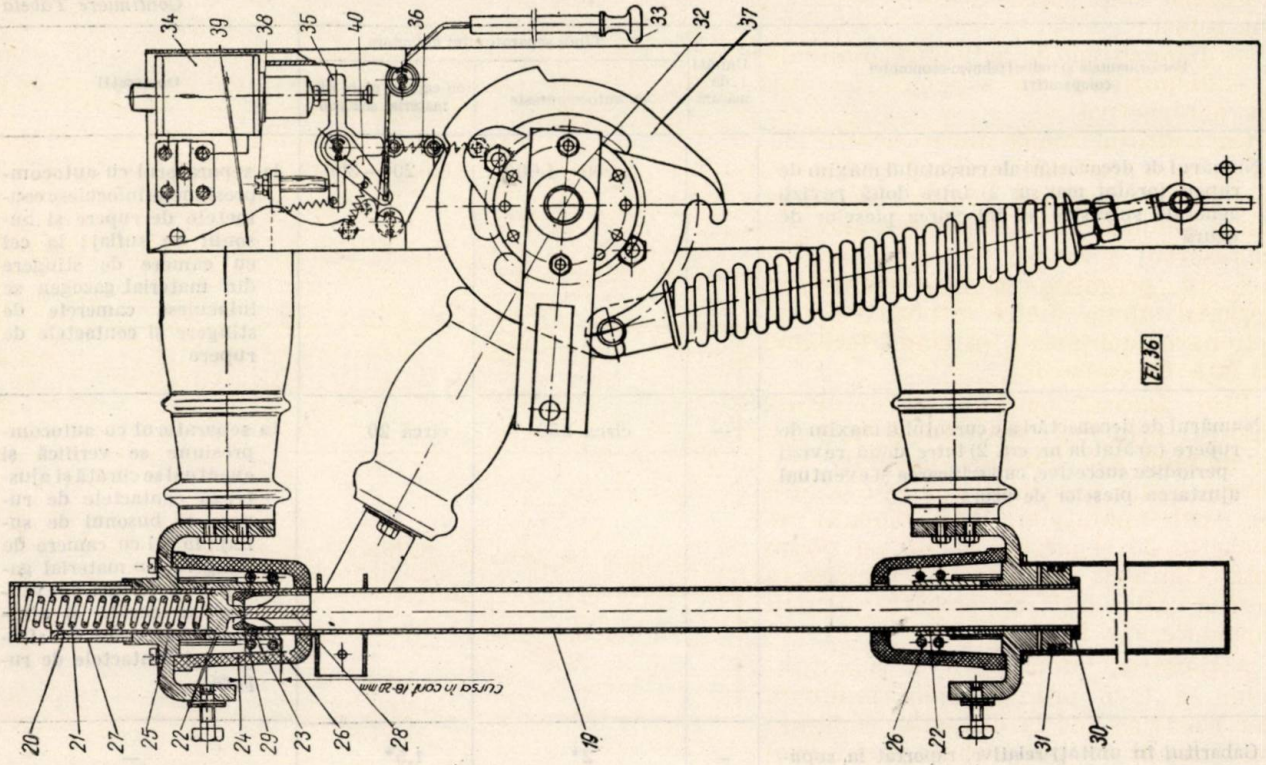
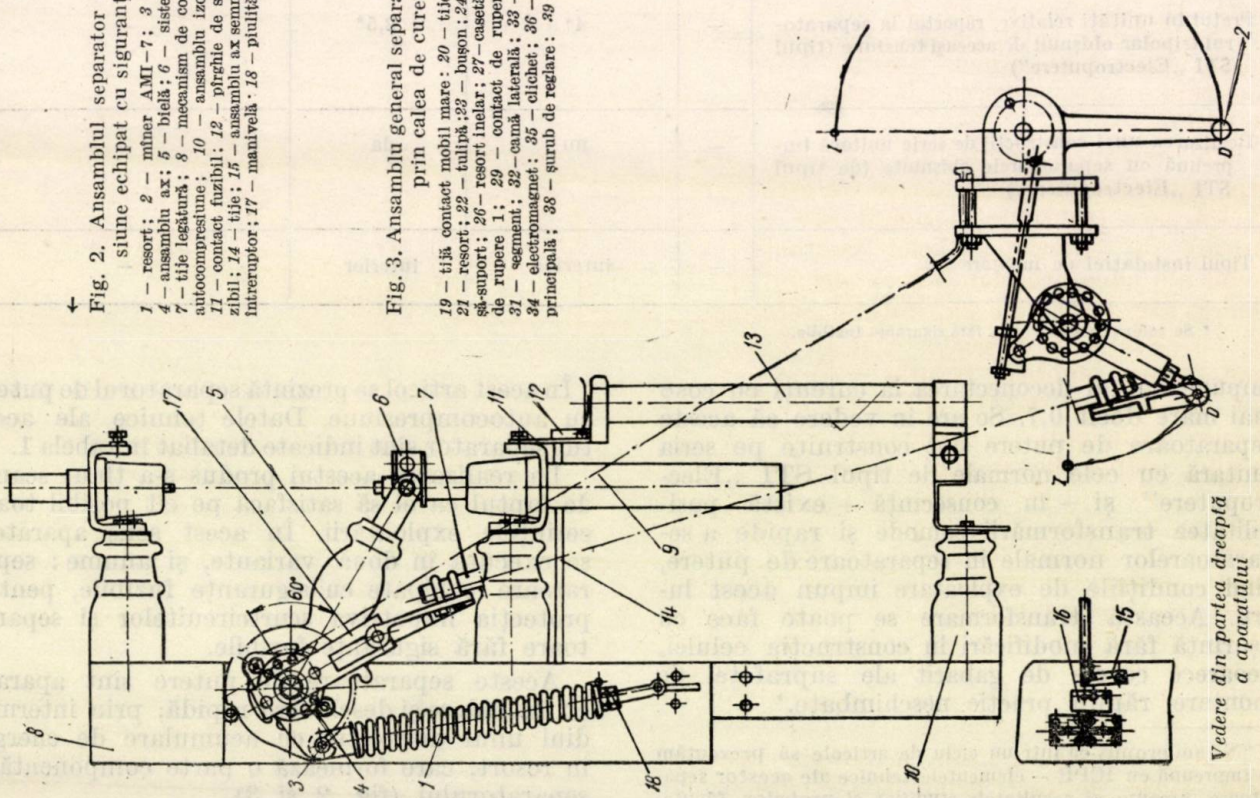


Fig. 2. Ansamblul separator cu autocompresiune echipat cu siguranțe fuzibile:
1 — resort; *2* — mîner AMI—7; *3* — bolț articulație; *4* — ansamblu ax; *5* — bielă; *6* — sistem pîrghie cu role; *7* — tije legătură; *8* — mecanism de comandă; *9* — cilindri autocompresiune; *10* — ansamblu izolator-suport fuzibil; *11* — contact fuzibil; *12* — pîrghie de semnalizare; *13* — fuzibil; *14* — tije; *15* — ansamblu ax semnalizare; *16* — microîntreruptor; *17* — manivelă; *18* — piuliță pentru reglat resort.

Fig. 3. Ansamblu general separator cu secțiune prin calea de curent:
19 — tijă contact mobil mare; *20* — tije contact mobil mic; *21* — resort; *22* — tulipă; *23* — buson; *24* — carcasă; *25* — flanșă-suport; *26* — resort inelar; *27* — casetă-resort; *28* — contact de rupere 1; *29* — contact de rupere 2; *30* — piston; *31* — segment; *32* — camă laterală; *33* — buton de comandă; *34* — electromagnet; *35* — cliche; *36* — pîrghie; *37* — camă principală; *38* — șurub de reglare; *39* — capac de protecție.



Vedere din partea dreaptă a aparatului

Pentru acționarea acestor separatoare se pot folosi:

— dispozitivul de acționare manuală;

— dispozitivul de acționare cu servomotor (în perspectivă).

Cu ajutorul unuia dintre aceste dispozitive nu se face acționarea propriu-zisă a aparatului, ci numai pregătirea pentru închidere sau deschidre, prin acumularea energiei în resortul principal de acționare *1*. Această pregătire se face rotind cu ajutorul unuia dintre dispozitivele de acționare menționate sistemul de came *32* față de cama *37*.

Prin această operație se comprimă resortul principal, separatorul însă nu se închide sau deschide imediat, deoarece cama principală care este fixată de axul aparatului, fiind blocată de clichetul *35* și pîrghia *36*, nu se poate roti. Aparatul poate deci să rămînă în poziția „deschis" și pregătit pentru închidere sau invers.

Acționarea propriu-zisă a separatorului se face prin comandă manuală sau electrică (de la distanță). Trăgînd de butonul *35* sau închizînd circuitul bobinei electromagnetului *34* se dă comandă manuală și, respectiv, electrică, pentru închiderea sau deschiderea separatorului (se deblochează mecanismul și resortul principal se destinde). Precum se vede mecanismul lucrează în două sensuri prin trecerea peste punctul mort. În figurile *4a*, *4b*, *4c* și *4d*, se pot vedea cele patru poziții în care se poate găsi mecanismul acesta care consituie o concepție originală asimilată la UEPC.

Sub acțiunea resortului principal, prin intermediul camei *37* se rotește axul 4 care transmite la rîndul său o mișcare de translație tijelor contact mobil ale separatorului. Viteza de închidere sau deschidere a aparatului este de 2,5—3 m/s. și se poate regla acționînd asupra piuliților *18* (prin mărirea sau micșorarea săgeții inițiale a resortului principal). La deschiderea aparatului, stingerea arcului electric se face cu ajutorul aerului comprimat în cilindrii *9* de către tijele contact mobil ale separatorului, care sînt prevăzute cu pistoane și segmenți. Aerul comprimat iese prin contactul mobil (care este din țeavă) și, la capătul acestuia fiind dirijat de o duză, suflă piciorul arcului electric de pe vîrful contactului de rupere (sistem uzual la majoritatea separatoarelor de putere cu autocompresiune).

Pentru a micșora uzura în timpul funcționării, tijele contact mobil ale separatorului sînt prevăzute cu vîrfuri de rupere din material greu fuzibil și cu uzură redusă.

Protecția împotriva scurtcircuitelor la separatoarele cu autocompresiune este realizată cu siguranțe fuzibile de înaltă tensiune. La arderea fuzibilului, indicatorul de topire al acestuia acționează prin intermediul unor pîrgii *12* asupra unui microîntreruptor *16* care comută două contacte. Aceste contacte pot să închidă un circuit de semnalizare sau circuitul de alimentare al bobinei electromagnetului de comandă. În acest din urmă caz la arderea fuzibilelor se poate da comanda electrică pentru deschiderea separatorului. Protecția separatorului este prevăzută să lucreze atît la topirea celor trei fuzibili, cît și în cazul topirii unuia singur. Deși în cazul de mai sus se folosește protecția pentru deschiderea separatorului, totuși

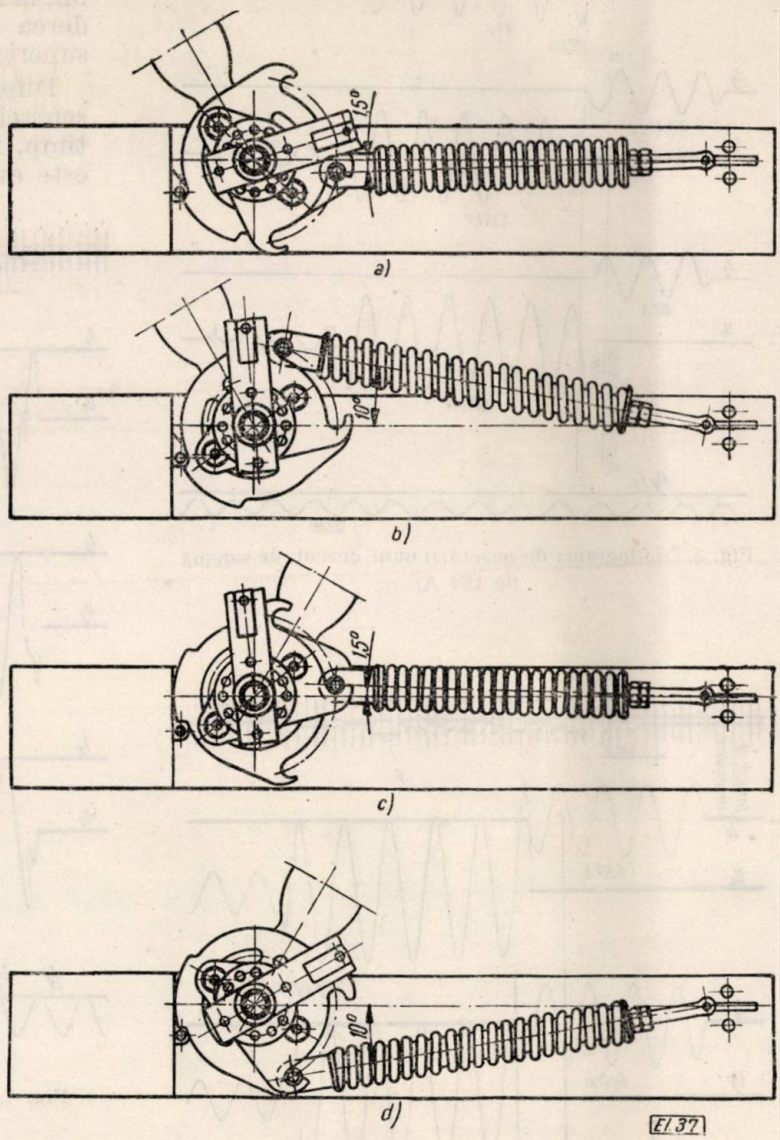


Fig. 4:

a — separatorul în poziția „închis" și mecanismul pregătit pentru deschidere; *b* — separatorul în poziția „închis" și resortul destins; *c* — separatorul în poziția „deschis" și mecanismul pregătit pentru închidere; *d* — separatorul în poziția „deschis" și resortul destins.

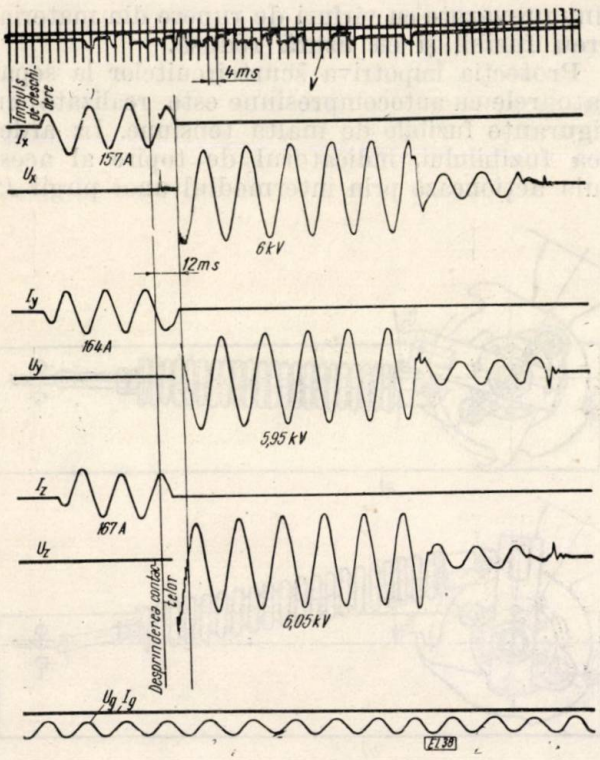


Fig. 5. Oscilograma deconectării unui curent de sarcină de 164 A.

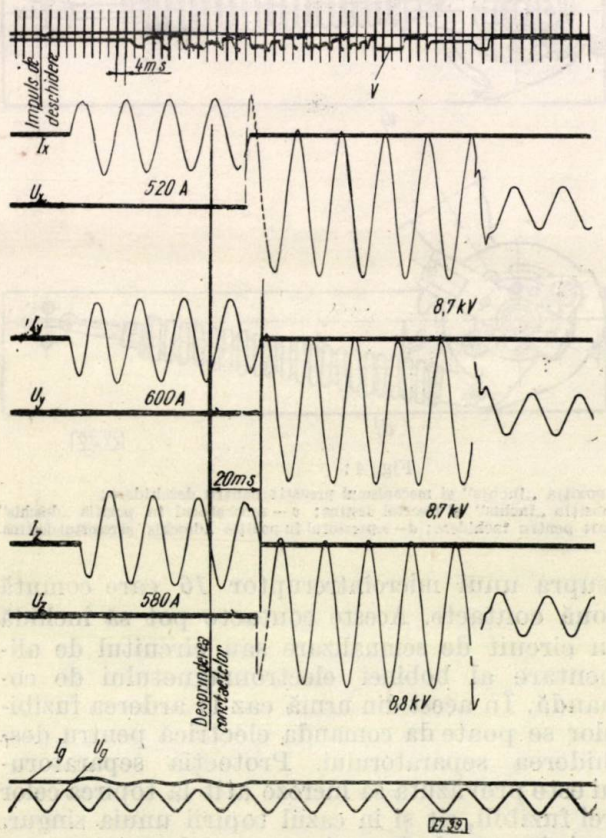


Fig. 6. Oscilograma deconectării unui curent de sarcină de 600 A.

deschiderea aparatului pe scurtcircuit nu poate avea loc, deoarece timpul de ardere al fuzibilelor este mult mai mic decît timpul propriu al electromagnetului de comandă. Deschiderea nedorită pe scurtcircuit poate apărea ca posibilă numai dacă separatorul s-ar deschide la comanda electrică dată de arderea unui fuzibil, la limita inferioară a plajei de timp, iar arderea fuzibilelor vecine ar avea loc la limita superioară a plajei de timp.

Diferența dintre cele două limite, în cazul scurtcircuitului bifazic sau trifazic al plajei de timp, fiind însă extrem de mică (circa 10 ms), este evident că deschiderea separatorului se va

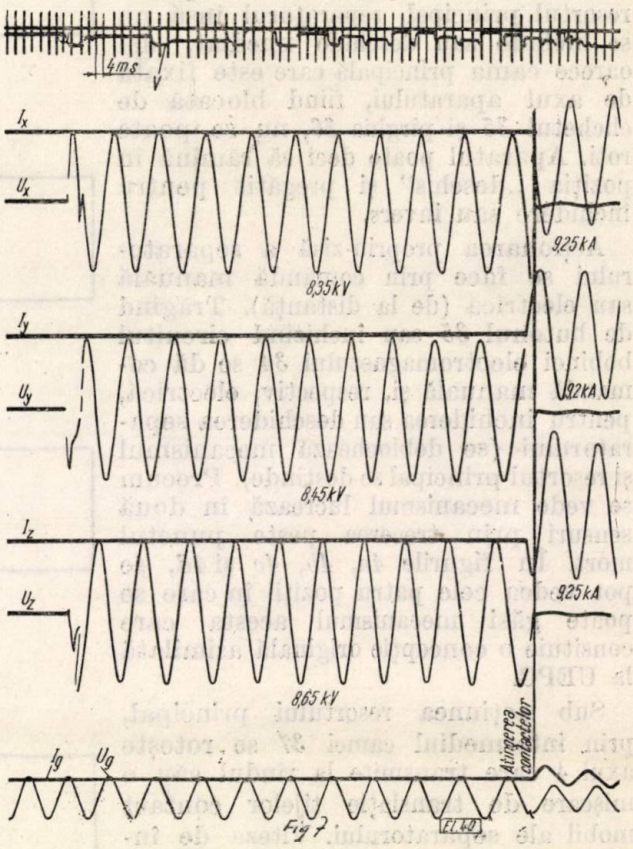


Fig. 7. Oscilograma conectării unui curent de 20 kA (scurtcircuit).

face după arderea tuturor fuzibilelor, deoarece comanda electrică prin electromagnet are o inerție mult mai mare (circa 100 ms, după cum rezultă din oscilogramele reprezentate în figurile 5 și 6) decît plaja de timp a fuzibilelor.

În cazul suprasarcinilor, plaja de timp a fuzibilelor fiind mai mare poate să apară ca posibilă deschiderea separatorului pe suprasarcină la comanda electrică dată de arderea unui fuzibil, dar avînd în vedere că se folosesc fuzibile de cel mult 200 A, iar separatorul poate deschide în bune condiții un curent de 600 A, aparatul va putea deschide curenți de suprasarcină pînă la această valoare.

Principalele caracteristici tehnice ale acestor separatoare au fost verificate recent la probele efectuate în laboratoarele din R.S.C. [3].

În figurile 5 și 6 sînt redate oscilogramele la deschiderea separatorului pe curenți de 164 și respectiv 600 A.

Curba V de pe aceste oscilograme indică variația vitezei de deschidere a aparatului.

În figura 7 este redată oscilograma la închiderea aparatului pe un curent de 20 kA_{max} (pe scurtcircuit).

Din oscilogramele care corespund la deschiderea separatorului rezultă că timpul de deschidere (rupere) este mai mic la curenți cu valori mai reduse, ceea ce confirmă că eficacitatea ruperii separatorului cu autocompresiune crește cu scăderea valorii curentului. Deci, acest separator nu are curent de rupere critic în gama pînă la 600 A inclusiv garantată.

Din cele de mai sus rezultă că dotarea instalațiilor electrice cu acest produs va asigura condiții tehnico-economice superioare cerințelor impuse de exploatare.

Bibliografie

[1] * * * Catalogul firmei Delle — N.D. — 002—3, 1961.
[2] * * * Catalogul firmei B.B.C. — Editura 950, partea a II-a.
[3] * * * Protocol de încercare, Bechowice, nr. 006, 1963.
[4] * * * File catalog Delle 2/2—10 și 2/3—10.
[5] * * * Problema B—58, comanda 16817 b, ICPE.
[6] *Babicov, M. A.* Aparate electrice.
[7] *Butchevici, I. V.* Partea electrică a centralelor și stațiilor electrice.
[8] * * * Manualul inginerul electrician, vol. IV.

Intrat în redacție la 27.07.1963

Elemente piezoelectrice din ceramică de $BaTiO_3$

BRUNO MARCUS și VIRGIL MELCONIAN* — București

Elaborarea de elemente traductoare de diferite genuri din amestecuri ceramice reprezintă o problemă importantă de cercetare în vederea asimilării acestor elemente în fabricația curentă pe baza materiilor prime din țară. În cele de mai jos se prezintă rezultatele unor cercetări privind realizarea unor elemente piezoelectrice.

CZ 621.315.612.4:537.228.1

1. Titanatul de bariu

Ceramica pe bază de titanat de bariu prezintă o serie de proprietăți remarcabile datorită cărora are aplicații largi în diferite domenii ale tehnicii moderne. Cele mai uzuale aplicații ale ceramicii pe bază de $BaTiO_3$ se găsesc la: generatoare și receptoare de ultrasunete, în tehnica încercărilor de materiale, în tehnologia prelucrării materialelor, la traductoare de presiune, de accelerații sau de vibrații [1], la rezonatoare piezoelectrice [2], la filtre pentru medie frecvență în instalațiile de radiotehnică [3], [4] și, în fine, ca elemente în memoriile electrice.

Dintre materialele ceramice pe bază de titan se deosebesc trei grupe clasificate după mărimea constantei dielectrice relative ε_r, și anume:

a) materiale cu constantă dielectrică sub 100, în a căror contribuție intră în principal TiO_2;

b) materiale cu constantă dielectrică relativă între 10^2 și 10^4, realizate pe bază de $BaTiO_3$;

c) materiale cu constantă dielectrică relativă de peste 10^4 cu o structură de tip perowskit modificată prin tratamente speciale de oxido-reducere.

Titanatul de bariu este caracterizat printr-o constantă dielectrică relativă, la temperatura de 25°C, de $1{,}0—1{,}2.10^3$, și tangenta unghiului de pierderi sub 200.10^{-4}, pentru probe policristaline.

O dată cu creșterea temperaturii, constanta dielectrică își modifică valoarea atingînd un maxim în jurul a 120°C, cu valoarea de ordinul 10^4; peste această temperatură, constanta dielectrică scade brusc. Proprietățile deosebite ale titanatului de bariu au fost studiate pentru prima oară la începutul deceniului al cincilea de către acad. B. M. Vul [5] care, analizînd comportarea $BaTiO_3$ la diferite temperaturi, a constatat existența a trei puncte de tranziție puse în evidență de curba de variație a constantei dielectrice cu temperatura (fig. 1).

Titanatul de bariu are o structură romboedrică pînă la primul punct de tranziție de la —80°C, după care trece în forma ortorombică, stabilă pînă în jurul temperaturii de +5°C (între această temperatură și 120°C forma stabilă este cea tetragonală), pentru ca peste 120°C structura să devină cubică. Aceste forme structurale sînt prezentate în figura 2 ca modificări ale structurii stabile cubice.

* Ing. *Bruno Marcus* este șef de laborator la ICPE, iar fizician *Virgil Melconian* este lector la Academia militară generală.

Transformările structurale au fost confirmate şi prin examenul cu raze X de către H. F. Kay şi P. Vousden [6].

Cercetări ulterioare au scos în evidenţă variaţia polarizării în funcţie de cîmpul alternativ aplicat, care apare sub forma unui ciclu de

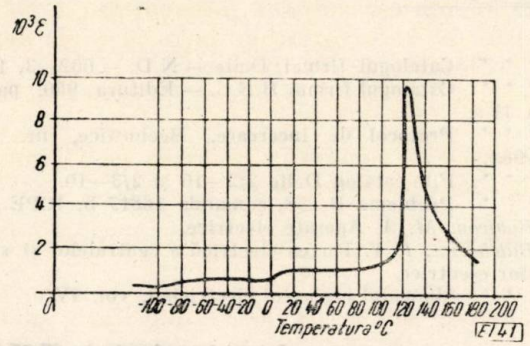


Fig. 1. Dependenţa constantei dielectrice relative ε de temperatură pentru $BaTiO_3$.

histerezis analog materialelor feromagnetice. Această analogie a determinat denumirea de feroelectrice a materialelor care au aceste proprietăţi. Analogia cuprinde şi alte proprietăţi ale celor două categorii de materiale, şi anume:

— variaţia constantei dielectrice cu cîmpul electric (analog variaţiei permeabilităţii magnetice cu cîmpul magnetic);

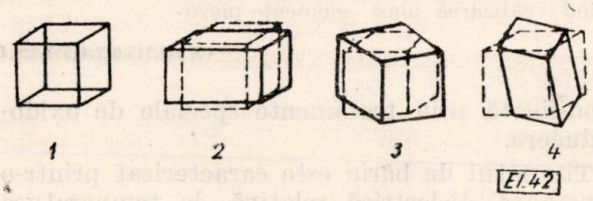


Fig. 2. Structura reţelei cristaline a titanatului de bariu: *1*—cubică; *2*— tetragonală; *3*— ortorombică; *4*— romboedrică.

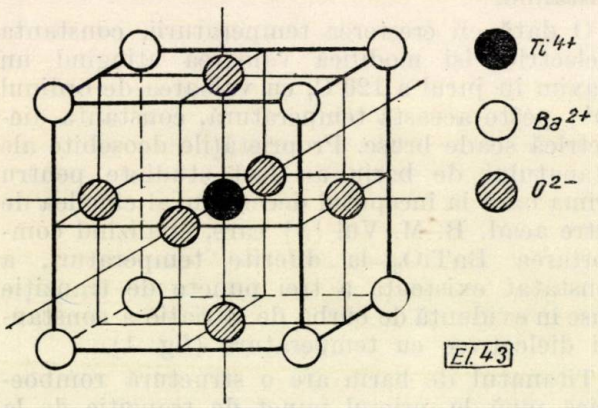


Fig. 3. Reţea cristalină tip perowskit (cubică).

— existenţa domeniilor şi orientabilitatea lor prin polarizare (analog magnetizării);

— modificarea dimensiunilor sub influenţa unui cîmp electric — electrostricţiune — (analogă magnetostricţiunii);

— titanatul de bariu are şi proprietatea de piezoelectricitate.

Toate aceste proprietăţi se datoresc structurii tip perowskit (cub cu feţe centrate) pe care o are titanatul de bariu (fig. 3).

La trecerea de la structura tetragonală la structura cubică titanatul de bariu pierde proprietăţile piezo şi feroelectrice. Temperatura la care are loc această tranziţie — punctul Curie — se găseşte la titanatul de bariu în jurul temperaturii de 120°C în funcţie de puritatea materialului.

2. Piezoelectricitatea

2.1. Piezoelectricitatea cuarţului

Fenomenul piezoelectricităţii descoperit de fraţii P. şi J. Curie încă din anul 1880 constă în apariţia unei sarcini electrice pe anumite feţe ale unui cristal, ca urmare a acţiunii de compresiune sau de tracţiune aplicată pe feţe convenabil alese. Acest fenomen a fost observat întîi la cristalele de cuarţ, care se prezintă sub formă de prisme hexagonale regulate terminate la ambele baze prin cîte o piramidă hexagonală.

Aceste cristale au o axă de simetrie de ordinul III, numită axă optică, şi trei axe de simetrie de ordinul II care formează între ele unghiuri de 120 de grade, normale pe axa optică, numite axe electrice.

Pentru a pune în evidenţă fenomenul piezoelectric se taie din cristalul de curţ o lamă în formă de prismă dreaptă cu baza dreptunghiulară astfel încît cele patru feţe laterale să fie paralele cu axa optică, iar două din acestea să fie perpendiculare pe axa electrică (xx' în fig. 4).

Exercitînd o compresiune sau o tracţiune pe direcţia normală la axa electrică şi la axa optică (efect direct transversal), pe feţele normale la axa electrică vor apărea sarcini Q de semn contrar, proporţionale cu forţa solicitantă F:

$$Q = 6{,}45 \cdot 10^{-8} \frac{a}{h} \cdot F \qquad \text{(st.C)}, \qquad (1)$$

unde

h este grosimea în direcţia axei electrice;
a — lăţimea lamei pe direcţia forţei, normală la axa electrică şi la axa optică (fig. 5);
F — forţa (în dyne).

În cazul acţiunii forţei de direcţia axei electrice, sarcina Q care apare (efect direct longitudinal) depinde de mărimea solicitării mecanice, nu şi de dimensiunile lamelei:

$$Q = 6{,}45 \cdot 10^{-8} \cdot F \qquad \text{(st.C)}. \qquad (2)$$

Fenomenul este reversibil. Un cîmp electric aplicat feţelor normale la axa electrică provoacă

pe acea direcție, în funcție de polaritatea tensiunii electrice, o alungire sau o contracție pe direcția cîmpului electric, respectiv o contracție sau o alungire pe direcția normală cîmpului electric (efect piezoelectric invers).

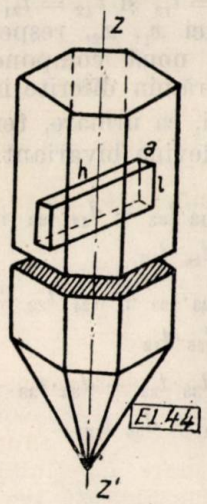


Fig. 4. Cristal natural de cuarț.

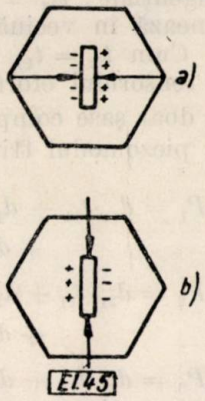


Fig. 5. Lamă de cuarț cu fețe normale pe axa electrică: *a* — forța este normală pe axa electrică; *b*—forța este paralelă cu axa electrică.

Variația de lungime δ (în cm) în sensul axei electrice este dată de relația:

$$\delta = 6{,}45 \cdot 10^{-8}\ V, \qquad (3)$$

V fiind tensiunea aplicată în st. V.

2.2. *Piezoelectricitatea titanatului de bariu*

După cum s-a arătat, piezoelectricitatea se produce pe direcțiile conținute într-un plan de simetrie, astfel că la titanatul de bariu tetragonal monocristalin efectul piezoelectric este maxim pe direcția axei optice, deci a axei electrice.

Se consideră un monocristal de $BaTiO_3$ sub punctul Curie, avînd deci structură tetragonală. Deplasarea ionului de Ti către unul din cei doi ioni de O de pe aceeași axă electrică duce la separarea centrului sarcinilor pozitive de al celor negative și, ca urmare, celulele devin dipoli electrici. Ionii de titan din celulele vecine, deplasîndu-se pe aceeași direcție (ca urmare a interacțiunii dintre particulele încărcate ale rețelelor vecine), fac să apară domenii — regiuni de polarizare spontană — toate momentele electrice ale celulelor unui domeniu avînd o orientare comună.

Deoarece polarizarea spontană este legată de dimensiunile geometrice ale celulelor, modificarea dimensiunilor acestora în lungul axei de polarizare duce la modificarea polarizării și, ca urmare, la o schimbare a densității superficiale de sarcină electrică.

Fie x_1 deplasarea ionului Ti^{4+} din celula unui monocristal de $BaTiO_3$ tetragonal (fig. 3) și x_2 apropierea ionului de O^{2-} din direcția de deplasare a ionului de titan. Neglijînd deplasările celorlalți ioni, momentul electric μ produs prin deplasarea ionilor de Ti^{4+} și O^{2-} va fi:

$$\mu = 4ex_1 + 2ex_2 = 2e(2x_1 + x_2). \qquad (4)$$

În urma unei comprimări a rețelei pe direcția axei optice, variația momentului dipolului $d\mu$ este dată de variațiile dx_1 și dx_2 ale deplasărilor ionilor de Ti, respectiv O:

$$d\mu = 2 \cdot e\,(2 \cdot dx_1 + dx_2), \qquad (5)$$

iar pentru N celule din unitatea de volum variația polarizării va fi:

$$dp = N \cdot d\mu = N \cdot 2 \cdot e\,(2 \cdot dx_1 + dx_2). \qquad (6)$$

Așa cum am amintit, variația polarizării produce o schimbare $d\sigma$ a densității superficiale de sarcină electrică însoțită de o variație:

$$dU = \frac{S \cdot d\sigma}{C} \qquad (7)$$

a diferenței de potențial dintre fețele cristalului perpendiculare pe direcția de acțiune a forței, mărimea suprafeței fiind S, iar C, capacitatea electrică a cristalului. Întreg domeniul se comportă ca un macrodipol, deoarece momentele electrice ale celulelor unui domeniu au o orientare comună. Diferitele domenii avînd direcții diferite, haotice, un policristal nu prezintă o polarizare spontană și deci nici un efect piezoelectric.

Sub acțiunea unui cîmp electric exterior are loc o orientare a domeniilor de polarizare spontană, ceea ce duce la apariția unei polarizări rezultante a policristalului.

Luînd un disc de $BaTiO_3$ policristalin metalizat pe cele două fețe și aplicîndu-i pentru prima oară un cîmp electric continuu, crescător* pînă la 20 kV/cm și apoi scăzînd brusc la zero (fig. 6) se constată că variația polarizării cu cîmpul exterior are loc după o curbă analogă curbei de magnetizare a substanțelor feromagnetice. Cînd cîmpul exterior, după ce a atins valoarea maximă E_0, este adus repede la zero, polarizarea scade la o valoare $P_0 \neq 0$. Cînd cîmpul exterior este adus la zero după ce a fost menținut un timp relativ lung la valoarea maximă, polarizarea scade la o valoare $P_r \neq 0$ și de aproximativ 15 ori mai mare decît în cazul precedent.

Polarizarea reziduală P_r pe direcția cîmpului aplicat se explică prin menținerea orientării la monocristalele epruvetei realizată în prezența cîmpului electric și după încetarea acțiunii acestuia.

* Cîmpul electric exterior aplicat pe fețele metalizate ale epruvetei este mărit lent pentru ca numărul domeniilor ce se orientează simultan să fie mic, evitînd astfel naşterea unor eforturi mecanice bruşte.

Acum policristalul prezintă şi un efect piezoelectric ca şi un monocristal.

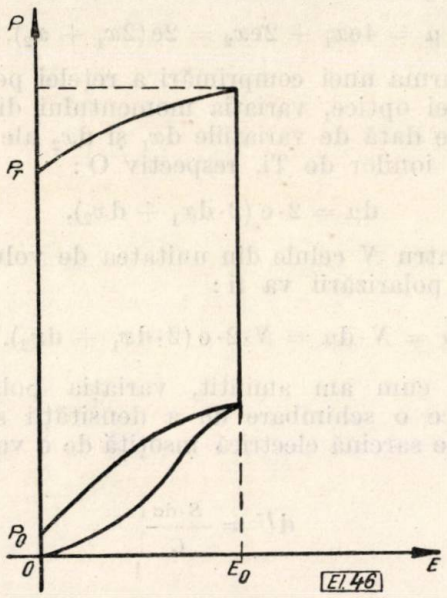


Fig. 6. Curba de variaţie a polarizării în cîmpul exterior.

2.3. Tensorul modulului piezoelectric al $BaTiO_3$

Efectul piezoelectric al diferitelor substanţe este caracterizat de un coeficient numit piezomodul cu ajutorul căruia se exprimă relaţia liniară dintre sarcina apărută prin polarizare piezoelectrică şi valoarea forţei de deformare sau, altfel exprimat, prin raportul dintre polarizarea piezoelectrică (densitatea de polarizare piezoelectrică) şi efortul unitar.

Atît la monocristale — anizotrope, cît şi la policristalele care prezintă acest efect, piezomodulul, fiind diferit după diferitele direcţii, este reprezentat de un tensor ale cărui componente constante în primă aproximaţie stabilesc dependenţa liniară dintre componentele P_i ($i = 1,2,3$, corespunzător celor trei axe rectangulare xx', yy' şi zz') ale vectorului polarizare piezoelectrică şi componentele t_{jk} ($j,k = 1,2,3$) ale tensorului de ordinul II al efortului unitar.

$$\begin{aligned} P_1 &= d_{111}t_{11} + d_{122}t_{22} + \ldots\ldots + d_{121}t_{21} \\ P_2 &= d_{211}t_{11} + d_{222}t_{22} + \ldots\ldots + d_{221}t_{21} \\ P_3 &= d_{311}t_{11} + d_{322}t_{22} + \ldots\ldots + d_{321}t_{21} \end{aligned} \quad (8)$$

Primul dintre cei trei indici ai componentelor tensorului piezomodulului corespunde componentelor vectorului polarizare piezoelectrică, iar al doilea şi al treilea, componentelor tensorului efortului unitar. Totalitatea celor 27 de module piezoelectrice d_{ijk} constituie un tensor de ordinul III numit tensorul piezomodulului.

Componentele normale t_{11},t_{22} şi t_{33} ale tensorului efort unitar acţionează pe direcţiile axelor x,y şi z sau x_1,x_2 şi x_3, iar componentele tangenţiale: $t_{23} = t_{32}$, $t_{31} = t_{13}$ şi $t_{12} = t_{21}$ acţionează în vecinătatea axei x_1, x_2, respectiv x_3. Cum $t_{jk} = t_{kj}$ din cele nouă componente ale tensorului efort unitar rămîn diferite între ele doar şase componente şi, ca urmare, tensorul piezomodul trivariant devine bivariant.

$$\begin{aligned} P_1 &= d_{11}\cdot t_{11} + d_{12}\cdot t_{22} + d_{13}\cdot t_{33} + d_{14}\cdot t_{23} + \\ &\quad + d_{15}\cdot t_{31} + d_{16}\cdot t_{12} \\ P_2 &= d_{21}\cdot t_{11} + d_{22}\cdot t_{22} + d_{23}\cdot t_{23} + d_{24}\cdot t_{23} + \\ &\quad + d_{25}\cdot t_{31} + d_{26}\cdot t_{12} \\ P_3 &= d_{31}\cdot t_{11} + d_{32}\cdot t_{22} + d_{33}\cdot t_{33} + d_{34}\cdot t_{33} + \\ &\quad + d_{34}\cdot t_{23} + d_{35}\cdot t_{31} + d_{36}\cdot t_{12} \end{aligned} \quad (9)$$

deci

$$\begin{aligned} d_{11} &= d_{111}; & d_{14} &= 2d_{123} = 2d_{132} \\ d_{22} &= d_{222}; & d_{15} &= 2d_{231} = 2d_{213} \\ d_{33} &= d_{333}; & d_{16} &= 2d_{312} = 2d_{321} \end{aligned} \quad (10)$$

Pentru policristalele de $BaTiO_3$ cu o singură axă de simetrie x_3, deci cu o singură infinitate de plane de simetrie paralele cu axa, tensorul piezomodul capătă forma:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & d_{15} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d_{15} & 0 & 0 \\ d_{31} & d_{31} & d_{33} & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \quad (11)$$

păstrînd numai cinci componente nenule d_{31}, $d_{32}=d_{31}$, d_{33}, d_{15} şi $d_{24}=d_{15}$; însă din cele cinci componente nenule doar trei sînt diferite între ele.

Componentele tensorului efort unitar sînt legate de componentele vectorului polarizare piezoelectrică prin relaţiile:

$$\begin{aligned} P_1 &= d_{15}\cdot t_{31} \\ P_2 &= d_{15}\cdot t_{23} \\ P_3 &= d_{31}\,(t_{11}+t_{22}) + d_{33}\cdot t_{33}, \end{aligned} \quad (12)$$

axa fixă a polarizării nepiezoelectrice a policristalului de $BaTiO_3$ fiind axă de simetrie x_3.

De asemenea, la policristalele de $BaTiO_3$, datorită simetriei lor, componentele normale ale tensorului efort unitar sînt egale între ele $t_{11} = t_{22} = t_{33}$, iar compoenentele tangenţiale sînt nule, adică $t_{23} = t_{31} = t_{12} = 0$.

Deci componentele vectorului polarizare sînt:

$$\begin{aligned} P_1 &= 0 \\ P_2 &= 0 \\ P_3 &= t_{11}\,(2\cdot d_{31} + d_{33}). \end{aligned} \quad (13)$$

2.4. Determinarea experimentală a piezomodulelor la policristale de titanat de bariu [9]

2.4.1. Determinări statice. Pentru determinarea statică a piezomodulului d_{33} la policristale de $BaTiO_3$ se folosește o prismă dreptunghiulară sau un cub tăiat din acest material, astfel încît muchiile să fie orientate pe direcțiile X_1, X_2 și X_3, care se supune unei presiuni t_{33} pe direcția X_3. Se măsoară totodată sarcina de

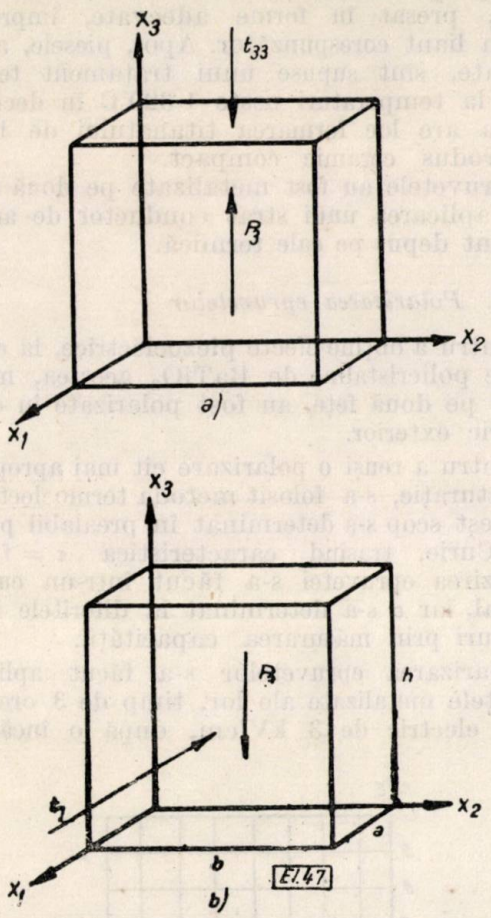


Fig. 7. Orientarea componentelor normale ale vectorului i polarizare și ale tensorului efort unitar în cazul determinării statice a modulului piezoelectric: $a - d_{33}$; $b - d_{13}$.

polarizare de pe suprafețele normale la axa X_3 (fig. 7 *a*). În cazul solicitării mecanice a epruvetei pe direcția amintită, toate celelalte componente ale tensorului efort unitar sînt nule afară de componenta t_{33} și deci vectorul polarizare piezoelectrică rămîne cu o singură componentă nenulă:

$$P_3 = d_{33} \cdot t_{33}, \tag{14}$$

deci:

$$d_{33} = \frac{P_3}{t_{33}} = \frac{Q}{F_{33}}, \tag{15}$$

de unde rezultă că sarcina de polarizare piezoelectrică în cazul solicitării mecanice pe direcția polarizării remanente nu depinde de dimensiunile policristalului: $Q = d_{33} \cdot F_{33}$. Analog se poate determina, static, și piezomodulul d_{31}. În acest scop epruveta trebuie supusă compresiunii t_{11} unilateral, numai pe direcția X_1, iar sarcina $Q = \sigma \cdot S_3 = P_3 \cdot S_3$ se măsoară de pe suprafețele normale pe axa X_3 care va fi în acest caz laterală în raport cu direcția de compresiune.

În acest caz, vectorul polarizare are o singură componentă nenulă:

$$P_3 = d_{13}\ t_{11}. \tag{16}$$

Cum $P_3 = \frac{Q}{S_3} = \frac{Q}{a \cdot b}$, iar $t_{11} = \frac{F_{11}}{S_1} = \frac{F_{11}}{b \cdot h}$

atunci:

$$d_{13} = \frac{Q}{F_{11}}\ \frac{h}{a} \text{ și } Q = d_{13} \cdot \frac{a}{h} \cdot F_{11},$$

deci sarcina de polarizare piezoelectrică în acest caz depinde și de dimensiunile policristalului. Pentru titanatul de bariu între d_{13} și d_{33}, Mason [7] a dat relațiile:

$d_{33} = -2\ d_{31}$ valabilă pentru monocristale și
$d_{33} = -2{,}5\ d_{31}$ pentru policristale de $BaTiO_3$.

Atît d_{13} cît și d_{33} se exprimă în aceleași unități de măsură, și anume în C/N sau m/V.

2.4.2. Determinarea dinamică a modulului piezoelectric. Epruveta este excitată cu vibrații mecanice, aplicîndu-i un cîmp electric variabil, alternativ, de la o sursă de tensiune alternativă cu frecvență ce poate fi variată (fig. 8). Crescînd frecvența tensiunii aplicate, pe măsură ce ne apropiem de frecvența proprie de vibrație a epruvetei, amplitudinea deformației crește și, totodată, și curentul din circuit.

La frecvența de rezonanță f_r, cînd se realizează coincidența dintre frecvența tensiunii aplicate și frecvența proprie de oscilație a epruvetei, curentul este maxim, fapt care permite determinarea cu precizie a frecvenței proprii.

Crescînd mai departe lin, frecvența tensiunii aplicate — și după ce s-a obținut curentul maxim — intensitatea curentului începe să scadă și, la o anumită valoare a frecvenței tensiunii aplicate, atinge un minim. Acea valoare a frecvenței se numește frecvență de antirezonanță f_{ant}.

Determinînd deci frecvențele valorilor extreme ale curentului, se pot determina f_r și f_{ant}, cum și $\Delta f = f_{ant} - f_r$.

Curentul la rezonanță se determină, de obicei, prin măsurarea căderii de tensiune pe probă (fig. 8 *a*), iar curentul la antirezonanță se obține măsurînd căderea de tensiune de pe o rezistență potrivit aleasă introdusă în serie cu proba și sursa de tensiune (fig. 8 *b*).

Determinînd f_r și f_{ant}, se calculează piezomodulul d_{13} în funcție de Δf, f_r și de dimensiunile epruvetei, în C/kgf cu ajutorul relației :

$$d_{13} = \frac{3{,}33 \cdot 10^{-5}}{8 \cdot h \cdot f_r} \sqrt{\frac{\pi \cdot \Delta f}{\rho f_r}\,\varepsilon} \qquad (17)$$

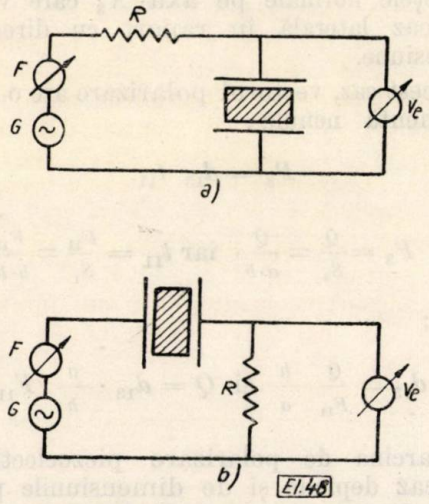


Fig. 8. Montaj pentru determinarea frecvenței :
a— de rezonanță; *b*— de antirezonanță.

pentru epruvete paralelipipedice de lungime h în cm :

sau $$d_{13} = \frac{3{,}33 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot R \cdot f_r} \sqrt{\frac{\Delta f}{\pi \cdot \rho f_r}\,\varepsilon} \qquad (18)$$

la cele disc de rază R în cm,

unde :

ρ este densitatea materialului în g/cm³ ;
ε — permitivitatea efectivă în unități C.G.S.

Folosind relația :

$$d_{13} = \sqrt{8{,}31 \cdot 10^{-3}\,\frac{\Delta f}{\rho R^2 f_r^3}\,\varepsilon}\,, \qquad (19)$$

se găsește d_{13} în st. C/dyne pentru epruvete disc de rază R, în cm.

3. Obținerea policristalelor de $BaTiO_3$ și prepararea epruvetelor piezoelectrice

3.1. Realizarea epruvetelor

Materialul piezoelectric de tip titanat de bariu a fost obținut prin reacția în stare solidă între TiO_2 și $BaCO_3$ în prezența unor substanțe adiționale ca SiO_2, Al_2O_3 și altele.

Raportul dintre TiO_2 și BaO a fost diferit de raportul stoechiometric al metatitanatului de bariu, folosind un mic exces de BaO.

Materiile prime principale de calitate tehnică au fost dozate conform compoziției stabilite, amestecate intim în mediul umed timp de 24 ore, după care amestecul astfel realizat a fost presinterizat la o temperatură de peste 1 250°C cu un palier îndelungat.

În timpul acestui tratament termic au avut loc reacții în stare solidă între TiO_2 și $BaCO_3$ după :

$$TiO_2 + BaCO_3 \rightarrow BaTiO_3 + CO_2,$$

fără formarea stării dense ceramice (fără să se obțină un produs compact).

După presinterizare, materialul este fin măcinat, presat în forme adecvate, împreună cu un liant corespunzător. Apoi, piesele, astfel formate, sînt supuse unui tratament termic final la temperaturi peste 1 320°C în decursul căruia are loc formarea titanatului de bariu ca produs ceramic compact.

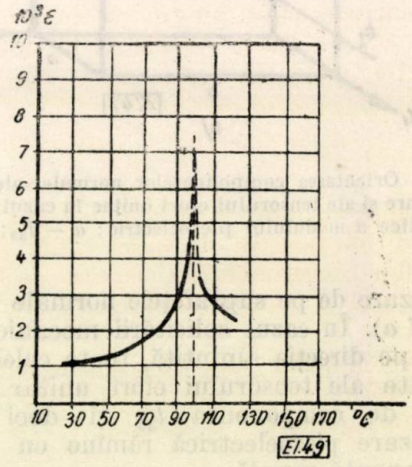
Epruvetele au fost metalizate pe două fețe, prin aplicarea unui strat conductor de argint aderent depus pe cale termică.

3.2. Polarizarea epruvetelor

Pentru a obține efecte piezoelectrice, la epruvetele policristaline de $BaTiO_3$ acestea, metalizate pe două fețe, au fost polarizate în cîmp electric exterior.

Pentru a reuși o polarizare cît mai apropiată de saturație, s-a folosit metoda termoelectrică. În acest scop s-a determinat în prealabil punctul Curie, trasînd caracteristica $\varepsilon = f(T)$. Încălzirea epruvetei s-a făcut într-un cuptor special, iar ε s-a determinat la diferitele temperaturi prin măsurarea capacității.

Polarizarea epruvetelor s-a făcut aplicînd pe fețele metalizate ale lor, timp de 3 ore, un cîmp electric de 3 kV/cm, după o încălzire



Fig, 9. Curba dependenței constantei dielectrice de temperatură și punctul Curie pentru proba de $BaTiO_3$ policristalin studiat.

prealabilă de 15—30 min la temperatura de 80°C, menținută constantă în tot timpul polarizării, și lăsîndu-l să se răcească sub aceeași tensiune pînă la temperatura de 35°C.

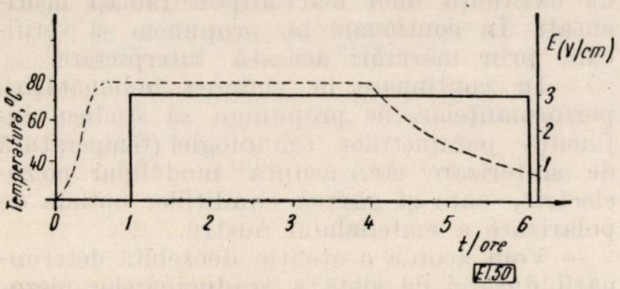


Fig. 10 Variația temperaturii (...) și a cîmpului exterior (---) aplicat în timpul polarizării epruvetelor.

4. Performanțele titanatului de bariu

4. 1. Piezomodulul static d_{33} și d_{13} a fost determinat prin metoda descrisă la punctul *2.4.1.*

Pentru determinarea sarcinii de polarizare piezoelectrică s-a folosit un galvanometru în regim balistic cu constante $c_b = 1{,}7 \cdot 10^{-10}$ C/div.

Efortul mecanic exercitat asupra epruvetelor era realizat prin decomprimarea epruvetelor supuse apriori unei compresiuni realizate cu un sistem de pîrghii care permitea și determinarea precisă a efortului aplicat.

Piezomodulul în unități C.G.S. se obține prin amplificarea cu factorul $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ a pantei dreptei $\alpha = \alpha(m)$, unde α este diviziunea maximă citită pe scala galvanometrului în mm; m — masa în kg corespunzătoare forței de comprimare.

Dreapta trasată pentru fiecare epruvetă în parte a fost determinată prin 5 — 6 puncte.

Astfel: $$d_{33} = 0{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot \operatorname{tg} \gamma_{33}. \qquad (20)$$

Pentru calculul lui d_{13}, pe lîngă panta dată de tg γ_{13}, s-a ținut seamă și de dimensiunile epruvetei, astfel că:

$$d_{13} = 0{,}5 \cdot 10^{-6} \frac{h}{a} \operatorname{tg}\gamma_{13}. \qquad (21)$$

Folosind metoda statică a culegerii sarcinii în condițiile noastre de lucru și de prelucrare a datelor experimentale, eroarea relativă de determinare a piezomodulului d_{33}, cum și d_{13}, nu întrece 5%.

În tabela 1 sînt trecute valorile piezomodulelor determinate pe un număr de cinci epruvete confecționate din $BaTiO_3$.

Tabela 1

$\operatorname{tg}\gamma_{33}$	$d_{33} \cdot 10^{-6}$	$\operatorname{tg}\gamma_{13}$	h/a	$d_{13} \cdot 10^{-6}$	d_{33}/d_{31}
75 : 15	2,5	20 : 9	1,0	1,1	2,3
62 : 12	2,5	26 ; 12	0,9	1,0	2,5
90 : 12	3,8	21 : 9	1,2	1,4	2,7
72 : 12	3,0	24 : 9	1,0	1,3	2,3
80 : 12	3,3	35 : 12	1,0	1,4	2,35

4.2. Determinarea dinamică a piezomodulului s-a făcut prin metoda descrisă la punctul *2.4.2.*

Ca oscilator s-a folosit un generator de înaltă frecvență tip S.G.241-VEB-WF, care asigură o tensiune de ieșire constantă ca amplitudine și frecvență.

Frecvența de rezonanță f_r și de antirezonanță f_{ant} se determină cu un frecvențmetru tip 121-R.F.T., prevăzut cu două oscilatoare locale, unul pentru determinarea aproximativă a frecvenței, iar celălalt pentru determinarea precisă, și cu un oscilator cu cuarț pentru reetalonarea frecvențmetrului, cu o eroare de măsură maximă de 0,1%.

Tensiunea maximă era apreciată cu un voltmetru electronic tip MBL — 3 RET Tesla care permite măsurarea semnalelor cu amplitudine de 10 m V și mai mare într-o bandă largă de frecvențe.

S-au folosit epruvete disc, cu raza $R = 0{,}5 - 0{,}7$ cm, cu densitatea de 5,3 g/cm³ și cu $\varepsilon = 1\,000$.

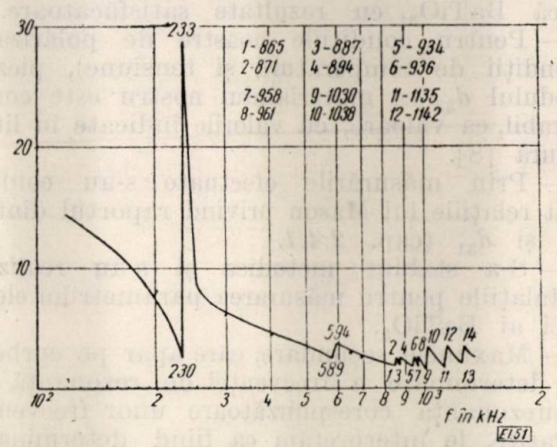


Fig. 11. Diagrama pentru determinarea frecvenței de rezonanță și a frecvenței de antirezonanță la proba studiată, din $BaTiO_3$ cristalin.

În figura 11 este dată curba de determinare a frecvențelor de rezonanță și antirezonanță din care rezultă:

$$f_r = 230 \text{ kHz},$$
$$f_{ant} = 233 \text{ kHz}.$$

Aplicînd relația (19) rezultă:

$$d_{31} = 8{,}31 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{3000 \times 1000}{5{,}3 \cdot 0{,}64^2 \cdot 230^3 \, 10^9}}$$

sau

$$d_{31} \approx 1.10^{-6} \frac{\text{St} \cdot \text{C}}{\text{dyn}ă}.$$

5. Aplicații

5.1. Au fost realizate elemente traductoare piezoelectrice pe bază de $BaTiO_3$ — realizate conform celor prezentate — în formă de plăci-disc

cu fețe plan paralele și sub formă de paralelipipede. Aceste traductoare solicitate de Intreprinderea „Hidromecanica" — Brașov au fost montate într-un corp traductor al mașinii de echilibrat dinamic. S-au obținut rezultate comparabile cu traductoarele originale cu care fusese echipată mașina.

Tipul de traductor cu element paralelipipedic a permis simplificarea constructivă a corpului traductor.

5.2. S-au făcut experimentări privind aplicații ale ceramicii realizate în domeniul emiterii și recepției de ultrasunete, obținîndu-se de asemenea, rezultate satisfăcătoare.

5.3. S-au folosit probe executate de noi în instalații electronice, ca sursă de înaltă frecvență.

6. Concluzii

— S-a confirmat posibilitatea realizării în țară a elementelor traductoare pe bază de ceramică $BaTiO_3$, cu rezultate satisfăcătoare.

— Pentru condițiile noastre de polarizare (condiții de temperatură și tensiune), piezomodulul d_{33} al materialului nostru este comparabil, ca valoare, cu valorile indicate în literatură [8].

— Prin măsurările efectuate s-au confirmat relațiile lui Mason privind raportul dintre d_{33} și d_{31} (cap. *2.4.1.*)

— S-a stabilit metodica și s-au realizat instalațiile pentru măsurarea parametrilor electrici ai $BaTiO_3$.

— Maximele secundare, care apar pe curbele de determinare a frecvenței de rezonanță și antirezonanță corespunzătoare unor frecvențe parazite, le interpretăm ca fiind determinate de existența unor macrodipoli rămași neorientați. În continuare ne propunem să verificăm prin măsurări această interpretare.

— În continuare, în vederea îmbunătățirii performanțelor, ne propunem să studiem influența parametrilor tehnologici (temperatură de sinterizare etc.) asupra modulului piezoelectric, cum și găsirea condițiilor optime de polarizare a materialului nostru.

— Vom acorda o atenție deosebită determinării duratei de viață a traductoarelor piezoelectrice.

Bibliografie

[1] *Neniakov, V.* Piezoelementi dlia transduktora. În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 5, mai 1959, p. 17—19.

[2] *Zelenka, J.* Piezoelektrike resonatoru pro kristalove filtru. În : Slaboproudu obzor **19**, nr. 11, 1959, p. 722—729.

[3] *Wagner, P.* ZF — Bandfilter aus piezoelektrischen Sinterwerkstoff. În : Hermsdorfer technische Mitteilungen **4**, nr. 8, aprilie, 1963, p. 205—210.

[4] *Schreckenbach, W.* Sinterwerkstoffe Piezofilter als neues Bauelement für die Kleinsbautechnik. În : Hermsdorder technische Mitteilungen **4**, nr. 8, aprilie 1963, p. 211—216.

[5] *Vul, B. M.* și *Goldman, M.* Dielektriceskaia pronitaemosti titanatov metallov vtoroi grupî. În : D.A.N. S.S.S.R. **46**, nr. 4, 1945, p. 154.

[6] *Kay, H. F.* și *Vousden, P.* În : The phylosophical magazin **40**, nr. 7, 1949, p. 1019.

[7] *Mason, W. P.* Piezoelectric crystals and their application to ultrasonics. New York, 1950.

[8] *Bogdanov, S. V., Vul, B. M.* și *Razbaș, R. I.* Vlianie uslovii poliarizații na piezoboistva titanata baria. În : Jurnal tehniceskoi fiziki 26, nr. 5, mai 1956, p. 958—962.

[9] *Goheke, W.* Einführung in die Piezoelektrische Messtechnik. Leipzig, Academische Verlagsgesellschaft, 1959.

Intrat în redacție la 15.IX.1963

Metode practice pentru măsurarea zgomotului mașinilor electrice rotative

Năstase I. Bichir și **Luchian C. Vinaru** — București*

CZ 62.313.1 : 621.317.39 : 534.441

Privit din punct de vedere fiziologic, zgomotul puternic are o influență vătămătoare asupra sănătății și capacității de muncă a oamenilor, acționînd direct asupra sistemului nervos central. Un motor electric în funcțiune constituie o sursă de zgomot, deoarece piesele din componența sa, sub acțiunea forțelor periodic variabile, produc vibrații acustice. Din aceste motive, problemei atenuării și combaterii zgomotului i se acordă în ultimul timp o importanță deosebită, specialiștii urmînd să stabilească o metodă de defectoscopie a mașinilor prin studiul zgomotului lor [1] și o metodă de măsurare și apreciere a zgomotului mașinilor. Dacă problema defectoscopiei mașinilor electrice, prin studiul zgomotului lor a intrat pe calea rezolvării în practica curentă [1], problema stabilirii nivelelor acustice maxime admise pentru fiecare tip de mașină rămîne deschisă. Atît timp cît metodele de măsurare și de apreciere a zgomotelor diferă esențial de la o normă la alta, pentru aceeași cauză se obțin rezultate diferite și sînt înlăturate criteriile de comparație. De aceea, sînt necesare o analiză critică a normelor apărute și stabilirea unor criterii justificate, care să stea la baza unor viitoare norme naționale.

Metodele de analiză a zgomotului mașinilor electrice rotative, avînd un caracter complex, nu pot fi normalizate și fac obiectul unor studii speciale [1].

* *N. I. Bichir* este cercetător principal la I.C.P.E.; *L. C. Vinaru* este fizician la același institut.

Unele norme [2] caută să dea și metode de analiză, dar nu pot cuprinde toate problemele care se pun în asemenea cazuri.

Normele cu caracter fiziologic [3], referitoare la zgomotul mediului ambiant de lucru, nu au nici o legătură cu problemele puse în discuție în această lucrare, unde se tratează: modul de măsurare a zgomotului mașinilor electrice, locul destinat pentru efectuarea măsurărilor, aparatele de măsură utilizate pentru efectuarea măsurărilor, instalarea mașinii și funcționarea ei în timpul măsurărilor, locul punctelor de măsurat, modul cum se obține nivelul puterii acustice a unei mașini, precum și unele indicații privind măsurările de tip și de serie.

1. Criterii de apreciere a zgomotului mașinilor electrice

Aprecierea zgomotului produs de o mașină sau de un grup de mașini care formează o unitate funcțională se face fie cu ajutorul nivelului presiunii acustice la o distanță dată de mașină [4], fie cu ajutorul nivelului puterii acustice [2], [5], [6].

Nivelul presiunii acustice este definit de relația [1]:

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}, \qquad (1)$$

unde p este presiunea acustică eficientă în punctul considerat din cîmp, iar p_0, presiunea acustică de referință.

Nivelul puterii acustice este definit de relația:

$$L_P = 10 \lg \frac{P}{P_0}, \qquad (2)$$

unde P este puterea acustică emisă de mașină, iar P_0, puterea acustică de referință, aleasă convențional.

Puterea emisă de mașină se obține prin integrarea intensității acustice pe o suprafață ipotetică ce înconjoară mașina.

În cîmpul liber sau în condiții apropiate de cele ale cîmpului liber, nivelul intensității acustice I, într-un punct din cîmp, este, practic, egal cu nivelul presiunii acustice exprimat de relația (1):

$$L_p = L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0}. \qquad (3)$$

Cunoscîndu-se deci variația nivelului presiunii acustice pe o suprafață care înconjoară mașina, se poate determina nivelul puterii acustice a acelei mașini.

Aprecierea zgomotului mașinilor electrice cu ajutorul nivelului presiunii acustice, adoptată de unele norme [4], duce la concluzii eronate. Astfel, dacă două motoare de la extremitățile seriei unitare de motoare asincrone produc, într-un cîmp liber, același nivel al presiunii acustice la distanța d de carcasa lor, nu se poate afirma că cele două mașini sînt la fel de zgomotoase. Este suficient să se imagineze că cele două mașini ar funcționa, pe rînd, într-o încăpere neamenajată acustic, și se va constata că la aprecierea zgomotului unei mașini trebuie să se ia în considerare nu nivelul presiunii acustice, ci puterea acustică emisă de mașină, respectiv nivelul acestei puteri.

Nivelul puterii acustice radiate de mașină fiind independent de condițiile ambianței și de distanța față de mașină (cu condiția ca să se ia în considerare absorbția atmosferică în domeniul frecvențelor acustice mai înalte) permite o apreciere obiectivă a zgomotului unei mașini.

În privința valorilor de referință, dacă toate normele prevăd aceeași presiune acustică $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m^2 [5], asupra puterii acustice de referință sînt mai multe valori. Unele norme [6] prevăd $P_0 = 10^{-13}$ W, iar ISO [5] recomandă $P_0 = 10^{-12}$ W. Lucrîndu-se cu una dintre aceste valori de referință, se pot obține ușor niveluri acustice care au cealaltă valoare de referință, cunoscîndu-se relația de convertire [2]:

$$L_{P_0 = 10^{-12}\ W} = L_{P_0 = 10^{-13}\ W} - 10 \text{ dB}. \qquad (4)$$

Legat de valorile de referință, în literatura tehnică [7] se întîlnește noțiunea de nivel de tărie, măsurat în foni și definit tot de relația (1), însă pentru o frecvență de 1 000 Hz a presiunii acustice de referință.

2. Locul pentru efectuarea măsurărilor

Asupra locului pentru măsurarea zgomotului mașinilor electrice s-au făcut exagerări, atît în sensul că sînt necesare amenajări pentru o completă izolare fonică și o completă înlăturare a reflexiilor [8], [9], cît și în sensul că se poate utiliza orice încăpere.

Condițiile cerute diferitelor încăperi care se pot utiliza la măsurarea zgomotului mașinilor electrice, cum și modul în care se pot determina performanțele încăperii, sînt date pe larg în unele proiecte de normă [2]. Practica măsurărilor de zgomote la mașinile electrice arată că o normă nu trebuie să cuprindă toate cazurile în care se pot face măsurări acustice, în general, putîndu-se renunța la o serie de cazuri și condiții, cum s-a procedat și la elaborarea unor proiecte de normă [6], [10]. La bază a stat ideea ca măsurările să se facă într-un cîmp liber sau în condiții apropiate de cele ale cîmpului liber, adică să se verifice relația:

$$L_2 = L_1 + 20 \lg \frac{r_1}{r_2}, \qquad (5)$$

în care L_1 și L_2 sînt nivelurile intensității acustice la distanțele r_1, respectiv r_2, de la o sursă acustică.

Totodată s-a ținut seamă și de regula de însumare a nivelurilor acustice ale mai multor surse de zgomot. Se știe că, în cazul existenței a două surse de zgomot care au într-un punct din cîmpul liber nivelurile acustice L_1, respectiv L_2, iar $L_1 \geqslant L_2$, nivelul rezultant L în acel punct va fi dat de relația [1]:

$$L = L_1 + \Delta L, \tag{6}$$

unde ΔL se determină din figura 1 în funcție de $L_1 - L_2$.

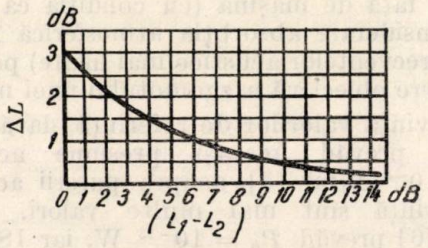


Fig. 1. Curba pentru determinarea nivelului acustic a două surse cu nivelurile L_1 și L_2, iar $L_1 \geqslant L_2$.

Trebuie remarcat că în cazul diferențelor $L_1 - L_2 > 6$ dB, $\Delta L < 1$ dB și, practic, creșterea nivelului nu mai este sesizată de organul auditiv.

Relațiile (5) și (6) contribuie la justificarea unor probleme legate de influența zgomotelor reflectate, de poziția punctelor de măsurat față de pereții încăperii și față de mașină, precum și de nivelul acustic al ambianței, admisibil pentru efectuarea măsurărilor. Astfel, un obstacol reflectant acustic, care s-ar afla într-un cîmp liber în apropierea punctului de măsurat, are o influență neglijabilă dacă drumul parcurs de unda incidentă și reflectată este mai mare decît dublul distanței de la mașină la microfon. O dublare a distanței mașină-microfon duce, după relația (5), la o scădere a nivelului zgomotului cu 6 dB; relația (7) arată că, în condițiile arătate, unda reflectată nu influențează cu nimic nivelul global. În consecință, încercările se pot efectua într-un loc dacă nivelul acustic al zgomotului ambiant perturbator (cînd nu funcționează mașina) este constant, și dacă zgomotele reflectate, cînd funcționează mașina, au o influență neglijabilă în punctele în care se fac măsurările. Practica a arătat că măsurările industriale se admit și acolo unde nivelul presiunii acustice a zgomotului ambiant L_0 este depășit, în punctul în care se face măsurarea, cu cel puțin 4 dB față de nivelul presiunii acustice L_1, cînd funcționează și mașina. În acest caz, nivelul presiunii acustice a zgomotului mașinii corectat va fi:

$$L_m = L_1 - \Delta L, \tag{7}$$

ΔL determinîndu-se în funcție de $L_1 - L_0$, așa cum se vede din figura 2. Creșterea diferenței $L_1 - L_0$ se poate obține, cînd este necesar și posibil, prin micșorarea distanței dintre sursa acustică și microfon, în baza relației (5), cum se va arăta mai departe.

Ideal, un cîmp liber pentru încercări constă într-o suprafață exterioară cu dimensiuni mari, într-o atmosferă liniștită, cu mașina suspendată la o distanță considerabilă de sol.

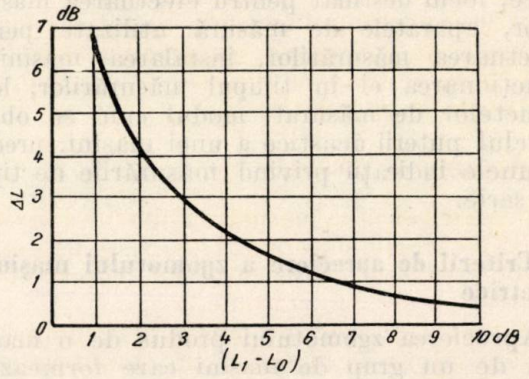


Fig. 2. Corecțiile pentru nivelul acustic al zgomotului ambiant.

Încercările în aer liber fiind dificile din cauza condițiilor atmosferice necorespunzătoare și a lipsei surselor de alimentare, se vor utiliza, în acest scop, încăperi care satisfac condițiile de cîmp liber arătate. Constanta acustică R a acestor încăperi, pentru frecvența sau banda de frecvență cea mai joasă care interesează, trebuie să aibă valoarea [2], [7], [10]:

$$R = \frac{\sum_1^n A_i \alpha_i}{n - \sum_1^n \alpha_i} > 100 A_m, \tag{8}$$

în care cele n părți ale încăperii au ariile A_i (m²) și coeficienții de absorbție α_i; A_m este aria maximă a suprafeței ipotetice pe care se pot găsi punctele de măsură. Această condiție asigură o abatere de maximum 0,5 dB de la relația (5), [2].

Chiar dacă este îndeplinită condiția (8), volumul încăperii nu trebuie să fie mai mic decît 20 m³ [10].

Totodată, încăperile cu un volum mai mare decît 3 000 m³ nu necesită amenajări speciale dacă pereții nu sînt complet reflectanți acustic (afară de pardoseală) [7]. Pardoseala trebuie să fie reflectantă acustic, avînd un coeficient de absorbție $\alpha \leqslant 0{,}06$ [2]. (În cazul analizelor zgomotului mașinilor electrice, pardoseala nu trebuie să fie reflectantă). Pereții încăperilor amenajate special, nefiind perfect absorbanți acustic, reflectă o parte din energia acustică, și distanța microfon-perete se va alege de minimum $\frac{\lambda}{4}$ [2], λ fiind lungimea de undă a frecvenței minime care interesează.

Astfel, pentru $f = 100$ Hz, $\frac{\lambda}{4} \simeq 90$ cm.

Verificarea condiției de cîmp liber exprimată de relația (5) se va face cu ajutorul unui difuzor de dimensiuni mici care se va așeza în locul mașinii de încercat. Difuzorul se va alimenta de la un generator de ton.

Acoperind pardoseala reflectantă cu materiale absorbante acustice și considerînd sursa drept centru al unei familii de sfere ipotetice cu razele multipli de 0,5 m, se vor efectua măsurările așa cum se arată la punctul 5, stabilindu-se abaterile de la relația (5).

3. Aparate de măsurat

Pentru a efectua măsurările nivelului presiunii acustice sau ale puterii acustice este necesar un sonometru sau echivalentul lui, corespunzător calităților minime stabilite.

Sonometrul este un ansamblu compus, în general, dintr-un microfon, un amplificator, rețele de ponderare pentru cele trei curbe de referință A, B și C, un atenuator și un aparat indicator. Caracteristicile tehnice, etalonarea și verificarea sonometrului sînt stabilite de publicația 123 CEI [11]. Ca o completare, trebuie adăugat că:

— microfonul electrodinamic nu se recomandă pentru măsurări de zgomote la mașinile electrice, fiind sensibil la cîmpurile magnetice de dispersie [2];

— microfonul cu cristal piezoelectric corespunde la frecvențele joase, dar sensibilitatea lui depinde de temperatura și umiditatea mediului ambiant, cum și de lungimea cablului de racord;

— microfonul condensator este cel mai indicat pentru măsurarea zgomotului mașinilor electrice, zgomot ale cărui frecvențe sînt cuprinse în intervalul 20—10 000 Hz. Limitele de temperatură, de umiditate și de lungime a cablului sînt suficient de largi pentru acest tip de microfon. Totodată, răspunsul este, practic, independent de direcția de incidență a sunetului pe microfon.

4. Montarea mașinilor și funcționarea lor pentru măsurarea zgomotului

Măsurările acustice nu necesită simularea condițiilor reale de montare și funcționare a mașinii [2]. Mașina se așază pe suspensii sau pe garnituri elastice în așa fel încît să nu transmită vibrațiile la pardoseală. În cazul utilizării garniturilor de cauciuc, pentru o suspensie corectă, trebuie ca acestea să nu se comprime mai mult decît la jumătate din grosimea lor cînd nu sînt solicitate [2].

În cazul unui grup de mașini care formează o unitate funcțională, măsurarea zgomotului trebuie executată cu mașinile montate pe batiul comun, dar izolat corespunzător, pentru a nu transmite vibrații la pardoseală (pardoseala trebuie să fie masivă și reflectantă cum s-a arătat la punctul 2).

În general, pentru măsurarea zgomotului, mașina trebuie să funcționeze în gol și numai ca motor, alimentată de la o sursă de tipul aceleia pentru care a fost proiectată [2]. Mașinile sincrone trebuie să funcționeze cu un curent minim în înfășurarea statorului. La mașinile cu mai multe turații sau la cele cu turație variabilă, măsurările se vor face la cea mai mare viteză de funcționare sau la viteza la care se produce cel mai mare zgomot.

Cînd se impune să se facă și măsurări la mersul în sarcină al mașinii, se vor lua măsuri de izolare a zgomotelor transmise de cuplaj și de sarcină.

Înaintea măsurărilor, mașina trebuie să funcționeze suficient pentru ca zgomotul să se stabilizeze.

5. Locul punctelor de măsurat

Considerînd o suprafață ipotetică ce înconjoară mașina și cunoscînd variația intensității acustice pe acea suprafață, se poate calcula puterea acustică emisă de mașină.

Măsurările pe o suprafață închisă în jurul mașinii prezintă dificultăți în ce privește montajul. De aceea s-a adoptat sistemul de măsurat pe o suprafață ipotetică de explorare, care acoperă mașina așezată pe o suprafață reflectantă acustic. Ca suprafețe ipotetice de explorare sînt utilizate suprafețele sferice [2], cilindrice [6]

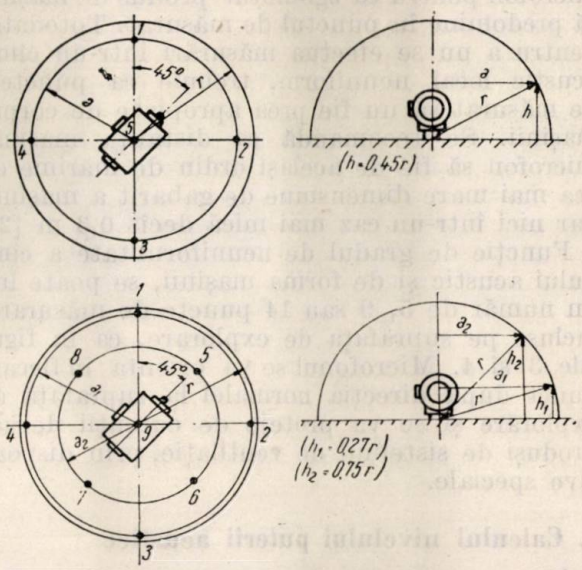


Fig. 3. Emisfera ca suprafață ipotetică de măsură:
a — poziția microfonului în cazul a cinci puncte de măsură;
b — poziția microfonului în cazul a nouă puncte de măsură.

și o combinație a acestora [10]. Ținînd seamă de repartiția energiei acustice radiate de mașină și de modul cum se obține nivelul puterii acustice, se propune ca suprafețe de explorare, emisfera cu centrul pe pardoseală în centrul bazei de susținere a mașinii (fig. 3) sau o suprafață

formată dintr-un semicilindru și două sferturi de sferă (fig. 4). (Pardoseala trebuie să fie reflectantă acustic cel puțin pe conturul delimitat de suprafața de explorare).

Semisfera se folosește pentru mașinile la care raportul dintre lungimea și înălțimea lor nu depășește valoarea 2,5 [10].

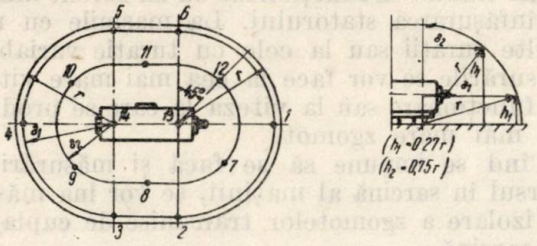


Fig. 4. Suprafața ipotetică pentru 14 puncte de măsură, formată din porțiuni de cilindru și de sferă.

Distanța microfonului de mașină, deci alegerea mărimii suprafeței de explorare, depinde de dimensiunile încăperii, de nivelul zgomotului ambiant, de mărimea și forma mașinii și de gradul de uniformitate a cîmpului acustic produs de mașină.

Mărimea încăperii limitează suprafața de explorare, deoarece distanța microfonului față de pereții încăperii special amenajate nu trebuie să fie mai mică decît un sfert din lungimea de undă acustică ce interesează (punctul 2).

Nivelul ridicat al zgomotului ambiant perturbator forțează micșorarea distanței mașină-microfon pentru ca zgomotul produs de mașină să predomine în punctul de măsurat. Totodată, pentru a nu se efectua măsurări într-un cîmp acustic local neuniform, trebuie ca punctele de măsurat să nu fie prea apropiate de corpul mașinii. Se recomandă ca distanța mașină-microfon să fie de același ordin de mărime cu cea mai mare dimensiune de gabarit a mașinii, dar nici într-un caz mai mică decît 0,3 m [2].

Funcție de gradul de neuniformitate a cîmpului acustic și de forma mașinii, se poate lua un număr de 5, 9 sau 14 puncte de măsurare, incluse pe suprafața de explorare, ca în figurile 3 și 4. Microfonul se va orienta în fiecare punct după direcția normalei la suprafața de explorare și se va proteja de curenții de aer produși de sistemul de ventilație, prin dispozitive speciale.

6. Calculul nivelului puterii acustice

În condiții de cîmp liber, între nivelul puterii acustice al unei surse punctiforme L_P, definit de relația (2), și nivelul presiunii acustice L_p, definit de relația (1), există relația [8]:

$$L_P = L_p + 10 \lg A + 10 \lg \frac{p_0^2}{P_0 \cdot \rho c}, \qquad (9)$$

unde, afară de notațiile obișnuite, A este aria suprafeței de explorare, ρ este densitatea mediului (aer), iar c este viteza de propagare a sunetului. Întrucît p_0, P_0, ρ și c reprezintă, în condiții date, constante cunoscute, relația (9) se mai poate scrie:

$$L_P = L_p + 10 \lg A + 10, \qquad (9')$$

unde L_p este exprimat în dB, A în m^2, iar $P_0 = 10^{-12}$ W.

La măsurările unor surse complexe, în localuri în care se produc și reflexii, nivelul puterii acustice se determină în funcție de nivelul mediu al presiunii acustice cu relația [6], [8]:

$$L_P = L_p - 10 \lg \left(\frac{1}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) - 3, \qquad (10)$$

unde r este raza echivalentă a emisferei în m, iar R este constanta încăperii, definită de relația (8). R, depinzînd de frecvență și putîndu-se determina numai aproximativ, se preferă eliminarea lui, $\frac{4}{R}$ fiind neglijabil față de $\frac{1}{4\pi r^2}$, cum reiese din relația (8), și se obține relația simplificată:

$$L_P = L_p + 20 \lg r + 8. \qquad (10')$$

Cînd suprafața care include punctele de măsură nu este o emisferă, cum este cazul în figura 4, raza r echivalentă se va deduce din relația:

$$r = \sqrt{\frac{A}{2\pi}}, \qquad (11)$$

unde A este aria suprafeței respective.

Pentru a compara datele obținute, unele norme [2], [4], indică efectuarea măsurărilor cu toate cele trei filtre de corecție ale sonometrului, în funcție de valoarea nivelului acustic al zgomotului care se măsoară și de distanța pînă la microfon. În tabela 1 sînt date cazurile cînd se folosesc cele trei filtre, în așa fel încît în punctul în care se face măsurarea să ne apropiem cît mai mult de curbele de nivel de tărie egal.

Tabela 1

Utilizarea filtrelor de corecție pentru măsurări de niveluri acustice

Nivelul acustic măsurat, dB		Filtrul de corecție recomandat
Distanța microfon-mașină (d)		
$d > 30$ cm	$d < 30$ cm	
$L < 55$	$L < 65$	A sau 40 dB
$L = 55 \div 85$	$L = 65 \div 85$	B sau 70 dB
$L > 85$	$L > 85$	C sau 90 dB

Nivelul puterii acustice a unui tip de mașină se stabilește numai după încercarea a cel puțin cinci mașini din seria curentă [2], iar la încercările de serie se pot face numai măsurări comparative de niveluri ale presiunii acustice într-un punct în care s-au făcut și măsurări la încercările de tip.

Pentru concretizarea unor puncte de vedere justificate în lucrare, în tabela 2 sînt date o serie de măsurări acustice ridicate la un motor asincron trifazat 7,5 kW, 220/380 V, 1 450 rot/min.

Măsurări făcute asupra motorului asincron trifazat 7,5 kW, 220/380 V, 1 450 rot/min *Tabela 2*

Poziția punctelor de măsură			1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\frac{\Sigma L}{9}$	L_P,* dB
Nivelul acustic al ambianței L_1, dB	Filtrul	A	47	48	47	48	47	48	46	47	47		
		B	50	50	51	50	50	51	50	50	50	50,2	
		C	52	51	52	53	52	51	52	52	52		
	Liniar		55	55	54	55	55	55	55	55	55		
Nivelul acustic cînd funcționează mașina L_1, dB	Filtrul	A	75	74	75	75	74	74	75	74	75		
		B	76	75	76	76	74	75	76	75	76	75,5	85
		C	76,5	75,5	76,5	76	75,5	75,5	76,5	76	77		
	Liniar		77	76	77	77	76,5	76	77	77	77,5		

* În cazul puterii acustice de referință $P_0 = 10^{-12}$W, în baza relației (4) se obține $L'_P = 95$ dB.

Ca suprafață ipotetică de explorare s-a luat emisfera care include nouă puncte de măsură (fig. 3, b), iar podeaua, reflectantă acustic.

Avînd $L_1 - L_0 > 10$ dB, în baza relației (7) și a figurii 2 se constată că zgomotul mașinii $L_m = L_1$ și nu este influențat de zgomotul ambianței. Diferențele dintre nivelurile acustice obținute cu cele trei filtre de corecție, A, B și C și cel liniar impun indicarea filtrului cu care se fac măsurările pentru a avea un criteriu general de comparare a rezultatelor. În acest sens, tabela 1 arată că pentru valorile lui L_1 din tabela 2 se vor considera numai măsurările făcute cu filtrul de corecție B.

Cît privește problema aprecierii zgomotului mașinilor, se pot vedea deosebirile dintre valorile medii ale nivelului presiunii acustice și cele ale puterii acustice.

Raza sferei ipotetice de măsură s-a ales 1,25 m, astfel încît distanța medie de la carcasa mașinii pînă la microfon să fie de 1 m, așa cum cere și norma DIN [4].

Rezultă că nivelurile presiunii acustice maxime admise date de VDI [3] pentru mașinile electrice rotative, plecînd de la DIN [4], nu pot forma un criteriu obiectiv de apreciere a zgomotului mașinilor electrice.

Valoarea nivelului puterii acustice de 85 dB a motorului s-a calculat cu ajutorul relației (10′), ținînd seamă de valoarea medie a nivelului presiunii acustice și de raza semisferei. În tabela 3 sînt date nivelurile puterii acustice (L_p) la mai multe motoare aduse pentru diferite încercări și, totodată, nivelurile presiunilor acustice L_p măsurate în punctul 9 din figura 3, b, la distanța de 1 m de carcasă (ca sonometru s-a folosit spectrometrul Brüel și Kjaer tip 3312).

În concluzie s-au analizat, critic, normele apărute în acest domeniu, justificîndu-se criteriile care trebuie să stea la baza aprecierii obiective a zgomotului mașinilor electrice și, totodată, condițiile în care se pot face măsurările. Acest material, prin natura problemelor puse în discuție, poate forma baza unei norme

Motoare asincrone trifazate încercate *Tabela 3*

Datele mașinii	L_p,dB	L_P,dB
1,5 kW, 380 V, 705 rot/min	65	73,7
3 kW, 380 V, 1 460 rot/min	68,5	76,7
4 kW, 380 V, 960 rot/min	66,5	77,9
7,5 kW, 380 V, 1 450 rot/min	76	84,9
4 kW, 380 V, 2 865 rot/min	75,6	86,

privind măsurarea zgomotului mașinilor și agregatelor electrice.

Bibliografie

[1] *Bichir, I. N.* Studiul zgomotului mașinilor electrice. In: Electrotehnica *11*, nr. 2, 1963.

[2] *** Proposed Test Procedure for Noise Measurements on Rotating Electric Machinery. AIEE Comitte Report, 1959.

[3] *** VDE 0530 b/1962, p. 29 A — Geräuschwerte (Entwurf 1).

[4] *** Geräuschmessung an elektrischen Maschinen. Richtlinen Vornom DIN—45632, febr. 1962.

[5] *** Draft secretariat proposal for the general requerements for the preparation of specifications for mesuring the noise emited by machines ISO/TC 43 (Secretariat 149) oct 1961.

[6] *** Code d'essais relatif a la mesure du bruit des moteurs électriques. Electricité de France—Mise au point, nr. 4266, anexe III, martie 1956.

[7] *Slavin, I. I.* Zgomotul industrial și combaterea lui (trad. din limba rusă), București, Editura tehnică, 1957.

[8] *Mericka, J.* Măsurarea zgomotului mașinilor electrice. In: Elektrotechnicky Obzor, *47*, nr. 3, 1958.

[9] *** Camere surde pentru studiul zgomotului mașinilor electrice și alte lucrări acustice. In: Informare tehnică, nr. OAB 139—485.

[10] *** Izmerenie sumov u vrașciaiușcihsia electriceskih mașin. Directivî. Predlojenie GDR, 1962.

[11] *** Recommandations relatives aux sonomètres CEI — Publication 123/1961.

RECENZII

CZ 621.319.4 : 621.315.616

V. T. Renne. **Condensatoare peliculare cu dielectrici organici sintetici** (Plenocinîie kondensatorî s organiceskim sinteticeskim dielektrikom). Moscova, Gosenergoizdat, 1963, 202 pag. 109 fig., 28 tab., 189 ref. bibl.

Profesorul V.T.Renne, şeful Catedrei de materiale electroizolante de la Institutul politehnic din Leningrad, este un specialist cu renume mondial în domeniul condensatoarelor. Una dintre ultimele lui cărţi „Condensatoare electrice" a fost tradusă în mai multe limbi printre care şi în limba romînă (Bucureşti, Editura energetică de stat 1952). Această carte avea un caracter monografic, tratînd problema condensatorului atît din punctul de vedere al componenţei dielectricului, cît şi al domeniilor de utilizare. În anul 1959 au fost prezentate toate tipurile de condensatoare. Cu tot volumul mare al acelei cărţii, nu puteau fi cuprinse în amănunţime toate tipurile de condensatoare şi, din această cauză, a reieşit necesitatea editării unor lucrări care să trateze în mod special anumite tipuri de condensatoare. Prezenta carte corespunde acestei necesităţi.

Considerăm că nu întîmplător autorul a început (capitolul I) cu tratarea condensatoarelor peliculare cu dielectrici organici sintetici. În ultimul timp, aceste condensatoare au luat o dezvoltare impetuoasă şi, în special, condensatoarele bobinate. Ele pot fi clasate în patru grupe principale, şi anume :

— condensatoare cu dielectricul format din pelicule nepolare ;
— condensatoare cu pelicule polare ;
— condensatoare cu dielectricul combinat ;
— condensatoare cu pelicule foarte subţiri.

Pînă de curînd s-a manifestat o tendinţă de înlocuire a hîrtiei de condensator cu pelicule sintetice. Această tendinţă era greşită, întrucît la numeroase tipuri de condensatoare, cu toate încercările efectuate, nu a putut fi înlocuită hîrtia, mai ales la condensatoarele de forţă folosite în circuitele de curent alternativ, la tensiuni înalte şi curenţi mari.

Condensatoarele peliculare nu trebuie să înlocuiască aceste tipuri de condensatoare cu hîrtie, ci, datorită calităţilor lor, să răspundă cerinţelor noilor domenii ale tehnicii.

Calităţile principale ale condensatoarelor peliculare nepolare sînt : valoarea scăzută a factorului de pierderi (tg δ), stabilitatea ridicată termică şi în timp a capacităţii, şi în fine constanta de timp foarte mare. Datorită acestor calităţi condensatoarele peliculare nepolare se folosesc, în general, în tehnica curenţilor slabi şi, în special, în radiotehnică, televiziune şi în domeniul maşinilor de calculat electronice. Tipul de bază de condensator pelicular nepolar este realizat cu polistirol. Caracteristicile dielectrice ale polistirolului sînt excelente. Rigiditatea dielectrică, de ordinul a cîtorva sute de kV pe mm, este foarte ridicată, însă cu timpul scade, datorită proceselor intense de ionizare, care au loc mai ales la funcţionarea în curent alternativ.

Capitolul al doilea tratează condensatoarele cu dielectricul din pelicule polare. Şi aici se pune problema înlocuirii hîrtiei de condensator cu aceste pelicule polare. Pentru aceasta se cer peliculelor polare următoarele calităţi : stabilitate termică ridicată, permitivitate relativă mare şi, la fel, valoarea mare a rigidităţii dielectrice. Se studiază diferite tipuri de pelicule polare, şi anume : PCV, lectronfilm, polietilentereftalat şi policarbonat. Unul dintre avantajele principale ale peliculelor polare îl constituie valoarea ridicată a permitivităţii relative. Se prezintă căile pentru ridicarea valorii permitivităţii menţinînd în acelaşi timp valorile tg δ în limite convenabile.

Problema condensatoarelor cu dielectricul compus este tratată în capitolul al treilea. Se prezintă studiul variaţiei caracteristicilor dielectrice a dielectricilor compuşi în funcţie de valorile elementelor componente. Acest studiu este foarte valoros, mai ales prin verificările sale experimentale. Una dintre schemele de izolaţie cele mai uzitate — cu dielectricul compus — este realizată cu pelicula sintetică polară şi hîrtia de condensator. Sînt prezentate combinaţii din hîrtia de condensator şi pelicule sintetice nepolare, şi în sfîrşit, condensatoare cu dielectricul compus din pelicule sintetice diferite.

Ultimul capitol (al patrulea) tratează tipurile noi de condensatoare cu indici tehnico-economici foarte ridicaţi (în special capacitatea specifică). Aceste condensatoare au, ca dielectrici, pelicule foarte subţiri depuse pe armături prin metode tehnologice foarte diverse. Se îmbină aceste tipuri de condensatoare cu cele metalizate, obţinîndu-se indici tehnico-economici foarte ridicaţi.

Lucrarea a reuşit să cuprindă toate tipurile de condensatoare peliculare folosite în tehnica curenţilor slabi şi, raportînd-o la literatura tehnică de specialitate, se distinge prin caracterul ei de originalitate.

Date fiind progresele din ultimii ani în direcţia înlocuirii hîrtiei de condensator cu folii sintetice în construcţia condensatoarelor de forţă pentru tensiuni medii (2—10 kHz) folosite la generatoarele pentru tratamente termice, în literatura tehnică de specialitate au apărut numeroase date în acest domeniu. Credem că această problemă trebuia tratată în lucrarea prof. Renne, mai ales că numeroase articole din „Elektricestvo" au prezentat aceste tipuri de condensatoare.

În concluzie, lucrarea are un caracter monografic şi este la curent nu numai cu datele din literatura de specialitate, dar şi cu numeroase patente din acest domeniu. Prin bogăţia schemelor şi a diagramelor, a datelor constructive şi tehnologice, cartea este un ajutor de bază pentru inginerii şi tehnicienii din industria electrotehnică.

A. Bereu

CZ 621.315.616.96.027.3

I. N. Baciurin, **Izolaţia turnată pentru înaltă tensiune** (Litaia izolaţiia visokovo napriajeniia). Moscova, Gosenergoizdat, 1963, 76 fig., 9 tab., 76 ref.bibl.

Una dintre metodele moderne în construcţia echipamentului electric de înaltă tensiune o constituie izolaţia turnată în răşini sintetice. Extinderea acestei metode este explicabilă datorită principalelor avantaje, şi anume : rigiditatea dielectrică ridicată, pierderile dielectrice scăzute, stabilitatea termică mare, compactizarea construcţiei prin eliminarea oricăror părţi neînchegate, absorbţia minimă de apă, micşorarea distanţelor de izolaţie etc. În ultimii 10—15 ani, în tehnica mondială s-au folosit următoarele răşini sintetice (în scopul menţionat) : a) epoxidice ; b) poliesterice ; c) metacrilice ; d) poliamidice ; e) siliconice. Dintre acestea, cea mai largă întrebuinţare o are grupa răşinilor epoxidice, de care se ocupă lucrarea lui N.I.Baciurin. Autorul, cunoscut prin articolele sale din revistele de specialitate sovietice, este un specialist în domeniul tehnicii izolaţiei de înaltă tensiune. Lucrarea prezintă rezultatele obţinute în U.R.S.S. şi, comparativ, arată şi nivelul din alte ţări cu industrie electrotehnică dezvoltată.

Primul capitol prezintă bazele tehnicii izolaţiei turnate de înaltă tensiune, începînd cu analiza critică a principalelor răşini sintetice, şi anume : poliesterice, metacrilice şi epoxidice. După cum s-a arătat, accentul se pune pe răşinile epoxidice. Se prezintă răşinile epoxidice fabricate în U.R.S.S. : E-37 cu întăritorii şi plastifianţii respectivi, răşina fabricată în R.S.C. tip 2 000 şi răşina furnizată de firma „Ciba" (Elveţia) — Araldit B.

Cel de-al doilea capitol se ocupă de problemele speciale legate de proiectarea izolaţiei turnate de înaltă tensiune. Aceste probleme sînt : contracţia izolaţiei turnate, tensiunile şi temperaturile de contracţie şi metodele de realizare a straturilor elastice. Din experienţa constructorilor de echipament electric turnat în răşini sintetice reiese că această problemă cere un studiu îndelungat. Altă problemă specială este legată de pragul de ionizare a izolaţiei şi de metodele de realizare a ecranelor. Se prezintă curbele de ionizare a cîtorva transformatoare de tensiune pentru reţeaua de 60 kV, cu schema electrică principală a instalaţiei de determinare a pragului de ionizare. Considerăm că această problemă trebuia tratată mai pe larg şi mai ales trebuiau prezentate metodele moderne pentru determinarea pragului de ionizare.

Domeniul de folosire a izolației turnate este studiat în capitolul 3. În primul rînd sînt transformatoarele de măsură de curent și tensiune. Capitolul se ocupă în special de transformatoarele de curent.

Cu toate că construcțiile de transformatoare de curent au început să fie realizate din anul 1947, se consideră că mai trebuie acumulată experiență pentru elucidarea tuturor problemelor constructive și, mai ales, tehnologice. Seriile unitare de transformatoare de curent pînă la 30 kV, cu izolație turnată, au înlocuit în mare măsură transformatoarele cu ulei sau transformatoarele cu suport sau izolație de porțelan. Cît privește transformatoarele de tensiune, aici se ridică probleme deosebite. Bobinajele trebuie impregnate în rășini epoxidice sau lacuri, însă cu vîscozitate foarte redusă și cu caracteristici dielectrice ridicate. Bobinajele impregnate împreună cu miezul transformatorului sînt apoi turnate în rășina sintetică (epoxidică). De aici rezultă altă problemă, și anume a compatibilității celor două rășini cu celelalte materiale electroizolante. Tocmai problema aceasta a transformatoarelor de tensiune este sumar tratată. Un alt domeniu de folosire îl prezintă construcțiile întreruptoarelor de înaltă tensiune. Se consideră ca domeniu de perspectivă folosirea rășinilor epoxidice în construcția transformatoarelor de intensitate pentru tensiunile foarte înalte respectiv de 110 și 220 kV.

Tehnologia izolației turnate este tratată în capitolul 4. Se prezintă utilajul necesar pentru realizarea construcțiilor menționate, și anume : autoclavele, cuptoarele, termostatele etc. Se dau cîteva scheme de fabricație, arătîndu-se considerentele principale care stau la proiectarea instalațiilor. La aceste instalații, afară de gradul ridicat de mecanizare, se adaptează și o automatizare parțială, în special la fazele de dozare a amestecurilor de rășini, întăritori, umpluturi și plastifianți. Sînt prezentate cîteva linii de fabricație, dintre care unele complet automatizate.

O problemă tehnologică importantă este realizarea formelor de turnare și alegerea materialelor corespunzătoare. Pentru producția de serie se folosesc următoarele tipuri de forme de turnare : silumin turnat, oțel ștanțat, oțel turnat, oțel sudat și, în fine, forme de rășini epoxidice. Pentru lucrări experimentale se folosesc forme de materiale plastice, și anume : teflon, viniplast etc. În acest capitol se examinează critic folosirea formelor arătate, însă fără a rezulta recomandări concrete.

Dat fiind că principalele materiale folosite în această nouă tehnologie (rășinile epoxidice și întăritorii) sînt toxice, în procesele de fabricație se iau măsuri speciale de protecția muncii. Această problemă este tratată în ultimul capitol, dîndu-se indicații utile pentru personalul de deservire a instalațiilor industriale.

Lucrarea privește pe inginerii și tehnicienii care lucrează în fabricile de aparataj electric; ea este de nivel mediu și are un pronunțat caracter tehnologic. În R.P.R., problema izolației turnate este la început și deci lucrarea o considerăm utilă. Autorul, fiind un specialist în domeniul construcției și tehnologiei aparatajului de înaltă tensiune și lucrînd în ultimii ani în domeniul izolației turnate, ar fi putut să prezinte, în lucrarea de față, mai multe date, în special constructive.

În concluzie, considerăm că lucrarea prin problemele tratate este foarte actuală, și, mai mult, propunem traducerea ei în limba romînă.

A. Bereu

CZ 621.311.1.018.141

G. TURÁN. **Îmbunătățirea factorului de putere în rețelele electrice** (Villamosenergia rendszerek meddögazdalgodása). Budapesta, Editura Könyvkiadó, 1963, 404 pag., 268 fig., 40 tab., 125 ref. bibl.

Pentru electrotehnicieni, problema îmbunătățirii factorului de putere prezintă o deosebită importanță prin echipamentul electric necesar în acest scop. O pondere importantă în acest echipament o reprezintă mijloacele artificiale de compensare a factorului de putere.

Cartea lui Turán György și a colaboratorilor săi se referă la toate metodele de compensare artificială, avînd un caracter larg, general. Lucrarea tinde să fie un îndreptar pentru folosirea mijloacelor adecvate de compensare, axată pe specificul economiei energetice și al echipamentului electric de compensare din R. P. Ungară.

Capitolul unu se ocupă de noțiunile de bază legate de factorul de putere : influența puterii reactive și a factorului de putere asupra economicității și condițiilor de exploatare a sistemului energetic. În acest sens se face analiza necesarului de putere reactivă pentru principalele receptoare, și anume : motoare asincrone, transformatoare de forță, transformatoare de sudură etc. Se prezintă metodele pentru îmbunătățirea factorului de putere pe cale naturală.

Cel de-al doilea capitol tratează problema producerii puterii reactive cu mașini rotative, în speță cu generatoare sincrone. Apoi se prezintă mașinile sincrone cu rotor cilindric. Cît privește motoarele alternative trifazate, destinate producerii puterii reactive, se discută : motoare sincrone cu excitare în curent continuu, motoare asincrone sincronizate, convertizoare cu un singur indus, convertizoare în cascadă. La sfîrșitul acestui capitol se prezintă o comparație tehnico-economică între producerea puterii reactive cu mașini rotative și cu condensatoare.

Capitolul al treilea studiază problema folosirii condensatoarelor pentru îmbunătățirea factorului de putere. Prima parte a acestui capitol se referă la principalele probleme specifice funcționării condesatoarelor în circuitele de curent alternativ. Este vorba de fenomenele de rezonanță, influența armonicelor asupra funcționării condensatoarelor, fenomenele ivite la conectarea și deconectarea condensatoarelor, fenomenele de descărcare a condensatoarelor și protejarea la scurtcircuit a condensatoarelor.

Construcția și tehnologia condensatoarelor sînt larg tratate, prezentîndu-se trei tipuri constructive, și anume : cu dielectricul din hîrtie impregnată în uleiuri minerale și armăturile din folio de aluminiu ; același dielectric, însă impragnat în materiale clorurate și, în sfîrșit, al treilea tip, considerat cel mai modern, cu hîrtie metalizată (MP). Acest capitol este suficient de ilustrat, însă numai cu tipurile de condensatoare fabricate în Ungaria. Se prezintă stadiul actual în tehnica mondială cu privire la condesatoarele cu hîrtie metalizată. Trebuie menționat că la ora actuală aceste condensatoare sînt în stadiu incipient de fabricație, puține firme din Occident avînd o producție de mare serie. Explicația constă în : dificultatea transmisiei căldurii prin stratul foarte subțire metalizat, gros de 0,1 μ, în comparație cu folia de aluminiu de 7—10μ de la condensatoarele de construcție clasică ; imposibilitatea folosirii ca materiale de impregnare a dielectricilor lichizi sintetici clorurați de tipul Klophen, Aroclar, Pyralene, Sovol etc., din cauza pericolului de disociere în urma scurtcircuitelor ; condiții deosebite de acuratețe în fabricația acestor condensatoare. Datorită mai ales fenomenului de autoreparare, condensatoarele MP prezintă interes în scopul îmbunătățirii factorului de putere.

În *capitolul al patrulea*, dedicat măsurării factorului de putere, este prezentată aparatura special folosită. Și aici aparatura este, în special, de fabricație maghiară.

În capitolul al cincilea se prezintă îmbunătățirea factorului de putere cu condensatoarele de joasă tensiune, iar în capitolul al șaselea, cu condensatoarele de medie tensiune. În ambele capitole este prezentat aparatajul de comandă și de comutație, folosit în acest scop.

Problema modernă a reglajului automat a instalațiilor de condensatoare este tratată în capitolul al șaptelea, insistîndu-se asupra aparaturii respective. Se prezintă regulatoarele tip : AEG, Siemens, Dielektra, Ebenako etc.

Capitolul al optulea prezintă rolul factorului de putere în repartiția națională energetică.

O problemă modernă studiată în carte, este aceea a compensării longitudinale a căderilor de tensiune inductive pe liniile de transport de energie de medie și înaltă tensiune, cu ajutorul condensatoarelor „serie". Aceste condensatoare se dimensionează în așa fel, încît dielectricul lor să suporte supratensiuni pînă la de două ori tensiunea nominală pentru intervale de timp relativ mari, fără a fi necesară intervenția aparaturii de protecție. În ultimul capitol (al zecelea) se tratează unele probleme legate de eficiența economică a compensării factorului de putere.

Lucrarea este clar tratată şi bogat ilustrată cu un număr mare de diagrame şi fotografii. Poate că ordinea prezentării capitolelor ar fi putut fi mai judicioasă, dacă s-ar fi grupat într-un singur capitol sau într-o grupă unitară de capitole problemele economicităţii compensării.

La prezentarea mijloacelor de compensare artificială, respectiv maşini rotative şi condensatoare statice, ar fi trebuit arătat stadiul actual în tehnica mondială, indicîndu-se mai mult tipurile străine cu performanţele cele mai ridicate.

Lucrarea este de un real folos constructorilor de echipament electric, şi energeticienilor din poroiectare şi exploatare.

A. Bercu

CZ 621.317.3

K. TARNAY — **Măsurători electronice** (Elektronikues mérések) Müszaki Könyvkiadó. Budapest, 1962. Un volum format 12×16 cm, cu numeroase figuri şi referinţe, 466 pag.

Cartea prezintă, în esenţa lor, toate genurile de măsurări cu aparate şi instrumente electronice, adresîndu-se în primul rînd inginerilor electronişti, cadrelor didactice, studenţilor în specialitate, şi în general celor ce aplică metode electronice de măsurare mai ales în radiotehnică. Ea cuprinde 23 capitole dispuse în patru părţi principale.

In prima parte autorul se ocupă de principiile de bază ale tehnicii măsurărilor de circuitele de bază şi mai cuprinzător tratează despre punţile de curent alternativ. În partea a doua se prezintă metodele de măsură ale tensiunilor şi curenţilor continui şi alternativi, măsurarea puterilor, frecvenţelor fazelor, distorsiunilor indicilor de modulaţie, atît de joasă, cît şi de înaltă frecvenţă, precum şi măsurări în tehnica impulsurilor. Partea a treia se referă la metodele de măsură a impedanţelor, rezistenţelor, capacităţilor, inductivităţilor şi a inductivităţilor mutuale. În partea a patra autorul prezintă măsurarea circuitelor oscilante, a transformatoarelor, a cvadripolilor, tuburilor electronice şi dispozitivelor semiconductoare.

Problemele sînt tratate concis, sistematic şi la un nivel tehnic înalt, fapt care reclamă cunoştinţe inginereşti din partea cititorului, îi oferă în schimb cunoaşterea rapidă şi în amănunţime a celor mai actuale probleme de tehnica măsurărilor electronice. Ca stil poate fi asemănată cu „Manualul de radiotehnică", apărut sub redacţia lui B. A. Smirenin.

Alături de binecunoscuta lucrare „Măsuri în radiotehnică" a prof. Edmond Nicolau, apărută în Editura tehnică, Bucureşti, 1955, prezenta lucrare poate fi un auxiliar preţios pentru cei ce se ocupă de tehnica măsurărilor electronice.

Bujor Avramescu

G. FARAGO, G. MAROTI — **Tehnica iluminatului** (Világítástehnika). Müszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962, Un volum format 17×24 cm, cu 500 pag., 548 fig., 59 ref. bibl.

Cartea reprezintă un tratat care sintetizează o mare parte a cunoştinţelor actuale în problemele de tehnica iluminatului. A prezenta o lucrare de sinteză într-un domeniu care în ultimii ani s-a dezvoltat atît de mult nu este o sarcină uşoară mai ales atunci cînd autorii şi-au propus să depăşească uneori discutarea mai generalizată a problemelor, tinzînd spre o tratare cît mai amănunţită cu putinţă.

Lucrarea pleacă de la principiile de bază ale tehnicii iluminatului şi tratează izvoarele de lumină electrice, anume lămpile incandescente, lămpile cu descărcări în vapori metalici şi lămpile fluorescente, expunînd proprietăţile şi caracteristicile lor suficient de amănunţit. Se trece apoi la materialele folosite în tehnica iluminatului şi la proprietăţile lor specifice din acest punct de vedere. În continuare se tratează construcţia raţională a corpurilor de iluminat discutînd corpurile de iluminat autohtone şi străine pe baza datelor caracteristice necesare proiectării.

O mare parte a cărţii se ocupă cu iluminatul încăperilor şi al spaţiilor exterioare, prezentînd un bogat material ilustrativ şi exemple.

Un capitol se referă la problemele moderne ale aplicaţiilor iluminatului, ca iluminarea vechiculelor, scenelor, reclamelor, dînd numeroase scheme, indicaţii pentru o proiectare economică şi pentru întreţinere.

Volumul se încheie cu studiul dinamicii culorilor. Cartea, prin iscusita sistematizare a materialului, prin numeroasele diagrame şi tabele cuprinzînd datele tehnice cele mai caracteristice, poate fi considerată un manual util pentru tehnicienii şi inginerii preocupaţi de problemele tehnicii iluminatului, pentru proiectanţii instalaţiilor de iluminat, energeticienii şi electricienii din uzine, şi pentru toţi cei pe care îi interesează problemele tehnicii iluminatului.

Bujor Avramescu

REFERATE

CZ 621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.048.81 : 621.314.2 + 621.319.4

Medvedev, S. K. **Despre calculul rigidităţii dielectrice a dielectricului stratificat** (O rascete elektriceskoi procinosti sloistova dielektriki). În : Elektricestvo **83**, nr. 8, 1963, p. 62 — 66, 3 fig., 8 ref. bibl.

Pentru alegerea optimă a gradientului de potenţial de lucru se pune problema determinării rigidităţii dielectrice, respectiv a gradientului de străpungere. În cazul dielectricului stratificat, problema este mai dificilă, mai ales în cazul unui dielectric compus, respectiv al unei izolaţii în straturi impregnate într-un lichid cu alte caracteristici dielectrice. Constructorii de echipament electric se folosesc de date experimentale pentru determinarea acestui gradient de străpungere. Autorul prezintă o metodică de calcul îndeajuns de comodă şi care experimental a fost verificată. S-a folosit această metodă la calculul condensatoarelor de forţă, deducîndu-se gradienţii de potenţial de lucru de 12,5 kV/mm pentru cei impregnaţi în uleiuri minerale şi 15,7 kV/mm pentru cei impregnaţi în materiale clorurate. Această diferenţă substanţială se explică prin repartizarea mai egală a gradienţilor de potenţial între hîrtie şi sovol (care au valorile permitivităţilor dielectrice apropiate) decît între hîrtie şi ulei mineral cu valorile lui ε de 6, şi respectiv, 2,2.

Se prezintă verificarea metodei de calcul al rigidităţii dielectrice pentru hîrtia de mică. Pentru hîrtia impregnată se obţine valoarea 138 kV/mm, iar pentru cea neimpregnată, 44,2 kV/mm.

A.B.

CZ 621.385.12 : 658.562

Erkin, A. M. **Controlul tuburilor cu catod rece** (Kontroli lamp s holodnîm katodom). În : Izmeritelnaia tehnika, nr.6, 1963, p. 42—43, 1 ref.

Tuburile cu catod rece găsesc o largă întrebuinţare în domeniul construcţiilor de aparate electrice, în tehnica impulsurilor, automaticii şi tehnica maşinilor de calcul. Întrucît aceste tuburi au parametri foarte diferiţi, măsurarea acestora impune folosirea cîtorva scheme, a căror funcţionare principială se descrie.

Sortarea tuburilor se face prin compararea caracteristicilor lor date pe un oscilograf cu caracteristicile unui tub etalon. La conectarea tuburilor în schemă, pe ecranul oscilografului se obţine caracteristica volt-amper. Circuitul lămpii se alimentează în curent alternativ astfel încît într-o semiperioadă se înregistrează pe ecran caracteristica volt-amper a unei descărcări normale, iar în cealaltă, caracteristica corespunzătoare închiderii inverse. Pentru cazul în care se doreşte verificarea rezistenţei interne a lămpilor, la funcţionarea în

sens direct sau invers, ca şi pentru tensiunea de aprindere. se indică o altă schemă şi oscilograma etalon a fenomenului,

Metodele şi schemele indicate de autor permit o sortare rapidă a tuburilor şi o creştere a calităţii controlului.

Fl.T.

CZ 697.946 : 621.359.484

Scheidel, C. **Electrofiltrul în industrie** (Electrofilter in der Industrie). În : Bull.ASE **54**, nr.10, 1963, p.359—368, 8 ref. bibl.

Primele filtre electrostatice s-au construit acum 50 de ani. De atunci, curăţarea gazelor a devenit un procedeu de eliminare a impurităţilor, într-un mare număr de fabrici.

Se descriu construcţia şi principiul de funcţionare a unui electrofiltru ; de asemenea, se prezintă influenţa pe care o au praful sau vaporii asupra randamentului instalaţiei. Instalaţia de producere a tensiunii înalte, ca şi echipamentul de comandă automată, sînt descrise pe larg. Astfel, schema electrică se compune dintr-un autotransformator reglabil între 0 şi 500 V, care alimentează în paralel înfăşurarea unui transformator. În secundarul acestuia se obţin 55 kV ; această tensiune este redresată, tensiunea continuă fiind aplicată electrozilor printre care va trece gazul care urmează a fi curăţat.

Se descriu domeniile de întrebuinţare actuală a electrofiltrelor, insistîndu-se în special asupra a două instalaţii de desprăfuire a gazului, pentru care se dau în detaliu regimurile de funcţionare.

Fl.T.

CZ 621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.333.025.3.001.41

Ziessler, F. **Încercările motorului asincron trifazat** (Die Prüfung des Drehstrom-Asynchronmotors). În : Elektro-Praktiker **17**, nr.3, mart. 1963, p.103—108, 7 fig., 2 ref.bibl.

Pentru asigurarea calităţii s-a creat în R.D.G. o platformă de încercări care permite verificarea de tip şi de serie a maşinilor electrice şi efectuarea unor încercări speciale în vederea elaborării unor noi tipuri de maşini. Se indică probele de efectuat şi se descriu aparatul folosit, avantajul şi dezavantajul instalaţiei utilizate pentru următoarele probe : 1. Încercările mecanice constau în verificarea formei constructive a maşinii, a tipului de protecţie, numărul capetelor de arbore, diametrul arborelui, piesele de cuplare, fisurile, evitarea zgomotelor datorite frecărilor pieselor în mişcare simetrizarea rotorului, contactul bun al periilor etc. 2. Verificarea bobinajelor maşinii se face cu o lampă de probă şi cu un inductor sau un alt aparat adecvat ; se arată schema, modul de lucru şi eventualele erori în executarea instalaţiei de măsurare. 3. Măsurarea rezistenţei de izolaţie atît în raport cu statorul pentru a preveni punerile la masă, cît şi a bobinajelor sub tensiune între ele pentru a preveni scurtcircuitul. 4. Măsurarea rezistenţelor bobinajelor statorului şi rotorului. Se indică felul în care se face măsurarea şi metoda folosită în funcţie de valorile rezistenţelor de măsurare cuprinse între $10^{-3}\ \Omega$ — $1\ \Omega$ şi chiar mai mari. 5. Determinarea raportului de transformare se face considerînd rotorul în repaus cu bobinajul deschis. Se aplică U_1 la stator şi se măsoară U_2 între inele. Se precizează modul de stabilire a raportului de transformare în funcţie de conexiunea bobinajului statoric şi rotoric. 6. Încercarea de mers în gol şi determinarea pierderilor pentru acest regim se fac folosind metoda lui Aron (sau metoda celor două wattmetre). Se indică clasa de precizie a aparatelor folosite în montaj şi se arată cum se efectuează proba. 7. Proba de încălzire a unui motor asincron se face la fel ca şi pentru măsura de curent continuu şi se arată modul de lucru, schema folosită şi tipul aparatelor din schemă. 8. Ridicarea caracteristicilor de sarcină se face cu maşina în stare caldă. 9. Măsurarea turaţiei şi a alunecării se realizează cu ajutorul unor aparate ca : tahometrele centrifugale, cele cu curenţi turbionari şi stroboscoapele. Alunecarea se măsoară cu ajutorul „bobinei de alunecare" şi al unui aparat magnetoelectric sensibil, avînd punctul zero la mijlocul scalei, considerat ca frecvenţmetru al alunecării. Se dau o serie de indicaţii privind tipul de bobină folosit, numărul de spire şi modul de montare a bobinei în schemă. 10. Încercarea de scurtcircuit serveşte pentru determinarea I_{sc} ; P_{sc} ; cos φ_{ss}. În timpul încercării, rotorul se blochează. Se indică o serie de relaţii care permit stabilirea celorlalte mărimi care nu pot fi determinate experimental. 11. Determinarea cuplului de pornire şi a momentului de giraţie. 12. Încercarea izolaţiei faţă de masă şi între faze se execută cu maşina în stare caldă. 13. Încercarea izolaţiei dintre spire la motorul cu rotorul în scurtcircuit se efectuează cu motorul mergînd în gol, iar la cele cu rotorul bobinat se realizează cu motorul în repaus, cu bobinajul rotorului deschis. Se descrie metoda, dîndu-se indicaţii practice privind aplicarea ei. 14. Încercarea la supraviteză şi determinarea randamentului. Pentru toate probele enumerate există în articol o serie de indicaţii de ordin practic extrem de utile practicii de încercări şi de lucru la platforme.

A.C.

CZ 621.313.333 : 621.316.573

Göhling, E. şi Pfeiffer, A. **Alegerea dispozitivelor de protecţie la electromotoare** (Die Auswahl von Motorschutz — Einrichtungen). În : ETZ—B, nr. 10, mai 1963, p. 286—289, 3 fig., 8 diagr., 1 schemă.

În introducre, autorul arată cum în ultimii 70 de ani, datorită calităţii materialelor şi răcirii intensive, greutatea motoarelor a scăzut de la 88 kg/kW la 8,5 kg/kW. La început s-au utilizat siguranţe fuzibile pentru protecţia electromotoarelor, pentru ca, în urmă cu 40 de ani, să apară pe piaţă automatele de protecţie cu relee termice, care apoi s-au perfecţionat continuu pentru a face faţă în cazul opririlor dese. al pornirilor cu cuplu ridicat, precum şi al pornirii şi frînării rapide. În baza unor cercetări se arată apoi în diagrame duratele de viaţă a izolaţiilor, în funcţie de tempratura la care lucrează motoarele din diferitele clase (ABC).

O altă serie de diagrame prezintă frecvenţa admisă a pornirilor unui motor cu rotorul-colivie în funcţie de durata relativă de funcţionare şi acesta pentru diferitele reglaje ale releelor termice şi pentru diferiţii timpi de pornire. Se arată apoi cazurile în care releele termice cu bimetal oferă motoarelor o protecţie suficientă, precum şi valorile curenţilor de reglaj al acestor automate în funcţie de curentul nominal al motorului. Pentru o adaptare şi mai perfectă la caracteristica termică a motoarelor se utilizează traductoare termice cu bimetal care se introduc cît mai profund în părţile accesibile ale bobinajelor motoarelor şi care, la atingerea unei anumite temperaturi, închid sau deschid un circuit de comandă. O diagramă arată, pentru trei diferite montaje ale traductoarelor, temperaturile reale ale bobinajelor în momentul declanşării, faţă de temperatura reglată pe traductor. Dintr-o altă diagramă se deduce aceeaşi diferenţă între temperatura reală şi cea reglată la traductor în cazul diferitelor accidenţe, cum ar fi blocarea rotorului, mersul pe fază etc.

Se explică apoi dispozitivul de protecţie „Duplotherm", constînd în cîte un traductor de căldură în fiecare fază, în serie cu automatul termic. Dispozitivul protejează motorul în caz de pornire grea, de frînare electrică sau de defecţiune a răcirii. Posibilităţi noi de protecţie le oferă traductoarele cu semiconductoare, care în primul rînd au dimensiuni mai reduse decît cele cu bimetal şi deci pot fi introduse mai adînc în bobinaj, redînd astfel o imagine mai fidelă a variaţiilor temperaturii. În plus, ele pot fi utilizate fără a fi completate cu alte automate termice cu bimetal.

G. C.

CZ 621.313.333.045.53.001.5

Smith, I. R. **Un nou bobinaj trifazat** (A new therecephase winding). În : Electr. times 144, nr. 11, 12 sept 1963, p. 369.

În anumite condiţii, un motor de inducţie trifazat poate să fie bobinat după o schemă de bobinaj nouă, cu scopul de a se mări puterea utilă şi a se reduce armonicele. Ideea care stă la baza noii scheme de bobinaj este strîmtarea zonelor

de bobinaj. Teoretic, o mașină trifazată poate să aibă trei zone de bobinaj la o pereche de poli, una pentru fiecare fază, cu lățimea de $2\pi/3$ radiani electrici. Practic, nu se construiesc mașini cu mai puțin decît șase zone la perechea de poli, deci o lățime de $\pi/3$ radiani. În teorie, numărul zonelor ar putea să ție mărit pînă la de trei ori numărul de crestături pe pol și fază, dar ar necesita un număr de defazări de curent mai mare decît acela care se poate obține economic de la o rețea trifazată. Dacă însă schema de bobinaj este limitată la 12 zone pe perechea de poli adică o lățime de zonă de $\pi/6$ radiani electrici, cele șase defazări de curent necesare se pot obține legînd o parte din bobine în stea și cealaltă în triunghi. Un astfel de bobinaj simetric și bine executat nu mai prezintă decît armonicele de ordinul 1, 11, 13, 23, 25 etc., iar puterea utilă a mașinii respective va fi mărită cu pînă la 3%.

Greutățile aplicării acestei scheme de bobinaj sînt: a) mașina tebuie să aibă un număr pereche de crestături pe pol și fază; b) bobinajul se execută cu două feluri de bobine care diferă între ele atît prin numărul de spire, cît și prin secțiunea conductorului folosit; c) conexiunile dintre bobine cer mai multă atenție decît în cazul bobinajelor obișnuite.

H. A.

CZ 621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.2 : 638

Brown, G. C., și D'Agostino, R. **Utilizarea economică a transformatoarelor de distribuție fără prize de reglaj, într-un important sistem energetic** (Economic application of tapless distribution transformers on a major utility system). În: Power apparatus and systems, nr. 62, oct 1962, p. 341—356, 9 fig., 1 ref. bibl.

Reglarea tensiunii la consumator prin schimbarea prizelor de reglaj la transformatoarele de distribuție este neeconomică, iar calitatea tensiunii obținute, nesatisfăcătoare. Economii importante se obțin utilizînd transformatoare de distribuție fără prize de reglaj, tensiunea la beneficiar menținîndu-se constantă prin folosirea bateriilor de condensatoare de mărime fixă sau variabilă. Economiile se obțin prin:

a) utilizarea unor transformatoare mai ieftine cu 10% față de cele prevăzute cu prize de reglaj;

b) reducerea pierderilor prin compensarea energiei reactive;

c) reducerea cheltuielilor legate de schimbarea periodică a prizelor de reglaj la transformatoare;

d) evitarea defectelor posibile la prize și comutatoare de reglaj.

Calculele tehnico-economice amănunțite justifică soluțiile propuse, care au fost experimentate într-o zonă a sistemului. La discuții se arată că soluțiile preconizate de autori pentru transformatoarele monofazate cu puteri pînă la 50 kVA pot fi extinse și la transformatoarele de 100 și 160 kVA.

T.C.

CZ 621.314.2.014.32

Beavers, M. F., Adams, C. M. și Holcomb, J. E. **Încercarea la scurtcircuit a transformatoarelor de distribuție** (Short-circuit testing of distribution transformers). În: Power apparatus and systems, nr. 64, februarie 1963, p. 667—675, 7 fig., 5 ref. bibl.

Datorită creșterii puterii sistemelor electroenergetice, problema stabilității la scurtcircuit a transformatoarelor de putere a devenit deosebit de actuală. Prevederile standardelor în vigoare se dovedesc incomplete sau neclare. În scopul de a contribui la clarificarea actualei situații, articolul prezintă unii factori și recomandări de care trebuie să se țină seamă la încercările la scurtcircuit ale transformatoarelor de distribuție și la elaborarea noilor standarde. Se analizează relația dintre curent și tensiune în timpul fenomenului de scurtcircuit, tensiunea la bornele de alimentare considerîndu-se constantă. În cazul transformatoarelor de distribuție, componenta tranzitorie devine neglijabilă după două sau trei perioade și, datorită acestui fapt, se propune definirea curentului nominal de scurtcircuit ca fiind valoarea curentului de scurtcircuit după cinci perioade. În continuare se analizează influența încălzirii înfășurărilor asupra mărimii curentului de scurtcircuit.

Referitor la încercările la scurtcircuit ale transformatoarelor de distribuție se propun: o definiție a curentului de scurtcircuit nominal, considerarea rezistenței ohmice a înfășurărilor la 75°C, tensiunea la bornele transformatorului încercat să fie considerată constantă dacă în timpul încercării n-a scăzut sub 90% din valoarea inițială. De asemenea, se propune ca încercarea să se facă pe poziția de dezechilibru maxim al înfășurărilor. Etalonarea circuitului de încercare se poate face corect la aplicarea a numai jumătate din tensiunea care urmează a fi aplicată transformatorului. Pentru obținerea curentului maxim de scurtcircuit, cuplarea se va face la trecerea prin zero a tensiunii aplicate (pe faza propusă). Pentru încercarea termică, în cazul în care tensiunea la bornele transformatorului nu poate fi menținută constantă, se va prelungi durata conform indicațiilor din tabela 2.

Pentru transformatoarele de distibuție, un singur șoc de curent este suficient pentru verificarea stabilității la scurtcircuit.

T.C.

CZ 621.314.2.017.3

Henkin, A. L. și Borin, N. V. **O metodă termometrică pentru măsurarea pierderilor locale în transformatoare** (Termometriceskii metod izmerenia mestnîh v transformatorah). In: Elektricestvo, nr. 5, 1963 p. 64—66.

Neexistînd o metodă sigură pentru calculul pierderilor locale în transformatoare provocate de cîmpurile de dispersie, se propune o metodă de cercetare experimentală bazată pe încălzirile elementelor constructive ale transformatoarelor. Se expun bazele teoretice ale metodei plecîndu-se de la cantitatea de căldură necesară încălzirii unui element de volum în unitatea de timp. În momentul conectării sursei de căldură pierderile în elementul de volum ar fi determinate de variația de temperatură, dar măsurarea variațiilor de temperatură necesită timp și nu mai sînt îndeplinite condițiile momentului inițial. Se demonstrează că pierderile locale pot fi determinate prin măsurara temperaturii, pînă la și după momentul conectării sursei de căldură, prin determinarea tangentei la curba de variație a temperaturii pentru momentul conectării, dar că determinarea tangentei se face cu erori dificil de precizat. Pentru calculul erorilor trebuie stabilite ecuațiile care exprimă pierderile pentru plăci la metalice de diferite lungimi, grosimi și configurații. În lucrare se stabilesc ecuațiile și se determină erorile pentru plăci la care se pot neglija variațiile pierderilor în grosimea plăcii. Se dau curbe din care se pot calcula intervalele de timp pentru care eroarea nu depășește o valoare impusă și care determină sensibilitatea aparatului de măsură care trebuie folosit. Se analizează și influența grosimii plăcilor în cazul cînd pierderile au o distribuție neuniformă pe grosime și se trasează o diagramă a pierderilor locale în funcție de grosimea plăcilor pentru un interval de timp de la momentul conectării de 1 s. Metoda nu poate fi folosită pentru determinarea pierderilor în locuri de îmbinare sau de variație bruscă a grosimii. Metoda poate fi utilzată pentru miezuri, în elementele constructive ale transformatoarelor sau ale mașinilor electrice.

G.N.

CZ 621.314.2.017.7

Whitman, L. C. **Variația constantei de timp a transformatorului funcție de sarcină** (Change of time constant with transformer load). In: Power apparatus and systems, nr. 64, febr. 1963, p. 760—764, 11 fig., 2 ref. bibl.

Presupunerea uzuală că nu se produce o variație a constantei de timp funcție de sarcină este valabilă cînd creșterea tranzitorie de temperatură este proporțională cu puterea întîi a pierderilor ce se produc în transformator, Această presupunere este larg folosită din cauza formei greoaie a ecuației de corecție a constantei de timp. Cînd creșterea tranzitorie de temperatură este proporțională cu pierderile din transformator la un alt exponent decît puterea întîi, variația constantei de timp este considerabilă. De această variație a constantei de timp este important să se țină seamă acum cînd se cunosc mai precis caracteristicile izolațiilor și metodele pentru calculul îmbătrînirii izolațiilor.

Se prezintă relaţiile aproximative dintre pierderile active şi creşterea de temperatură pentru diverse tipuri de transformatoare şi înfăşurări. Pentru corectarea cu uşurinţă a constantei de timp funcţie de diverşii exponenţi ai pierderilor şi funcţie de temperaturile iniţiale, de plină sarcină şi finală, se dau nomograme. Se arată apoi care pot fi erorile în calculul temperaturii şi îmbătrînirii izolaţiei cînd se foloseşte constanta de timp necorectată.

În încheiere, se prezintă o metodă convenabilă pentru determinarea constantei de timp din date termice parţiale. Discuţiile care au avut loc pe marginea articolului subliniază importanţa contribuţiei autorului la clarificarea problemei.

T.C.

CZ 621.314.2.017.72

Levine, D. L. **Răcirea artificială a transformatoarelor de putere** (Auxiliary cooling of power transformers). In : Pow. app. syst., nr. 59, apr. 1962, p. 69—71.

Realizarea transformatoarelor de putere mare a impus introducerea răcirii artificiale. Funcţie de mărimea transformatorului şi condiţiile de exploatare s-au realizat diverse sisteme de răcire. În prezent, circulaţia forţată a uleiului într-un răcitor compact suflat cu aer se apreciază ca un sistem modern de răcire. Sistemele de control al temperaturii şi comandă a ventilaţiei realizate în prezent se consideră complicate şi costisitoare faţă de utilitatea lor. Pentru transformatoarele bloc se recomandă comanda manuală a instalaţiilor de ventilaţie.

Pentru celelalte transformatoare de mare putere este suficientă comanda automată a ventilaţiei prin termometru cu contacte sesizat de temperatura uleiului din zona superioară a transformatorului. Funcţionarea la o temperatură scăzută înseamnă pierderi mai mici în înfăşurări şi viaţă mai lungă pentru izolaţii ; din aceste motive funcţionarea continuă a tuturor instalaţiilor de răcire a unui transformator poate fi uneori avantajoasă. Cheltuielile de întreţinere ale instalaţiilor de răcire reprezintă un factor de care trebuie să se ţină seamă la fixarea diverselor regimuri de lucru.

C.T.

CZ 621.314.21.042.53 : 621.648

Polişciuk, V. P. **O pompă-dozator monofazată inductivă pentru turnarea metalelor lichide** (Odnofaznîi induktsionîi nasos-dozator dlia zalivki jigkogo metalla). In : Elektricestvo 84, nr. 5, 1963, p. 50—52.

Pentru automatizarea completă a turnării metalelor şi aliajelor cu punct de topire scăzut (750°C) s-a construit o pompă-dozator monofazată bazată pe utilizarea forţelor axiale care apar în cazul transformatoarelor în scurtcircuit. Pompa este un transformator în manta, al cărui secundar îl constituie spira în scurtcircuit formată de metalul topit. Pentru mărirea forţelor axiale, spira în scurtcircuit se plasează peste bobina primară. S-a studiat influenţa dimensiunilor spirei în scurtcircuit, a distanţei spirei în scurtcircuit faţă de bobinajul primar, a temperaturii metalului topit şi a miezului magnetic asupra forţei axiale. Sînt date rezultatele măsurărilor. Se arată că distanţa dintre bobinajul primar şi spira metalică în scurtcircuit nu are o influenţă hotărîtoare asupra forţei axiale ; de aceea, această distanţă poate fi aleasă în funcţie de temperatura metalului topit, în aşa fel încît să nu fie necesare măsuri speciale pentru răcirea bobinajului primar. Pentru răcirea miezului trebuie luate măsuri de răcire numai atunci cînd se depăşeşte punctul Curie. Avantajele acestei pompe constau în faptul că se menţine metalul în stare topită şi că, în funcţie de durata de conectare a bobinajului primar, se poate doza cantitatea de material topit necesar turnărilor în serie. Forţa axială se calculează cu relaţia : $F = 5{,}1\ \mu_0\, g I_2^2\, 10^{-6}$ (kg), unde μ_0 este permitivitatea aerului ; I_2 — curentul secundar şi g — conductibilitatea.

G.N.

CZ 621.314.223.002.2

Borodulin, I. V. **Problemele unificării şi folosirii autotransformatoarelor de forţă** (Voprosi unifikaţia i primeneniia maşinih avtotransformatorov). In : Vestnik electroprom. **34**, nr. 4, 1963, p. 3—8, 5 fig., 3 tab., 4 ref. bibl.

Folosirea autotransformatoarelor în sistemele energetice pentru tensiunile de 220/110, 150/110, 330/110 şi 500/220 kV a luat o largă răspîndire. Din această cauză s-a pus problema unificării construcţiilor respective.

Se realizează două tipuri constructive : ridicătoare şi coborîtoare de tensiune. Dacă autotransformatorul poate fi folosit ca ridicător şi coborîtor (autotransformator de cuplaj), atunci este indicată construcţia cu o dispunere specială a bobinajelor pe coloanele miezului. În acest caz se obţin variante diferite în funcţie de puterea bobinajului terţiar. Autotransformatoarele universale cu reglaj sub sarcină al tensiunii destinate să lucreze ca autotransformatoare de cuplaj şi autotransformatoare ridicătoare, avînd bobină generatoare, necesită materiale active suplimentare (tole şi conductoare de bobinaj). Se prezintă schiţele şi caracteristicile cîtorva construcţii de acest fel. Astfel, pentru autotrasformatorul cu reglaj sub sarcină de 200 MVA corespund puterile pe cele trei bobinaje : 200 ; 200 şi 80 MVA. Tensiunile nominale la mers în gol : 330/115 ± 6,2%, 10,5 kV şi 36,75 kV.

A.B.

CZ 621.315.6 *Izolanţi. Izolatoare*

CZ 621.315.616.96—416.001.6

Alexandrov, N. V. **Caracteristicile electrice şi mecanice ale peliculelor polietilen-tereftalice** (Elektriceskie i mehaniceskie svoistvo polietilen-tereftalatnîi plenoe). In : Vestnik elektroprom, 34, nr. 8, 1963, p. 41—46, 11 fig., 3 tab., 5 ref. bibl.

Peliculele polietilen-tereftalice, folosite în industria electrotehnică cu denumiri comerciale consacrate : „Lavson" în U.R.S.S., „Mailar" în S.U.A., „Melinex" în Anglia, „Hostafan" în R.F.G. şi „Terfan" în Franţa, sînt studiate din punct de vedere electric şi mecanic. Aceste pelicule se folosesc ca izolanţi în maşini electrice, condensatoare şi cabluri. Firma engleză „Parkinow" a realizat o serie unitară de maşini electrice asincrone cu puteri între 0,25 şi 37,5 kW, cu izolaţia de crestătură din „Melinex" lipită pe foi de leteroid în clasa de izolaţie termică E (120 C).

Rigiditatea dielectrică a „Hostafan"-ului a prezentat variaţii mari în funcţie de şarja industrială respectivă. Astfel, pelicula fabricată în anul 1956, foarte omogenă, a avut valori foarte ridicate, anume 190—200 kV/mm. În schimb, aceeaşi peliculă în anul 1959 a avut o rigiditate medie cuprinsă între 110—120 kV/mm. Rezistivitatea volumetrică la mai toate peliculele variază între 10^{18}—10^{17} Ω cm. La temperatura de 150 °C, ea scade pînă la 10^{13} Ωcm. Factorul de pierderi este îndeajuns de scăzut, respectiv 0,002—0,004, la frecvenţa de 50 Hz. Caracteristicile mecanice ale peliculelor depind de grosimea lor. Aceste caracteristici ale peliculelor cu grosimi între 0,1—0,12 mm se înrăutăţesc mai mult decît ale celor cu grosimi între 0,035—0,05 mm. Peliculele tereftalice nu pot lucra un timp îndelungat la temperatura de 150°C, întrucît rigiditatea mecanică şi, în special, elasticitatea scad.

În schimb, la temperatura de 120°C, caracteristicile mecanice se păstrează. Peliculele tereftalice nu sînt compatibile cu uleiul de transformator, în schimb rezistă bine în dielectricii lichizi sintetici (în general, klophen şi sovol). Rigiditatea dielectrică a Hostafanului în sovol, după primele zile, a crescut de la 230 la 310 kV/mm şi apoi, după 50 zile, nu s-a mai modificat.

A.B.

CZ 621.315.623.4.001.5

Trosova, V. N. **Studiul construcţiilor speciale de izolatoare cu autocurăţare prin ploaie** (Issledovania speţialnih konstrukţii opornih izoliatoron pri samovcistke ih dojdem). In : Vestnik elektroprom., nr. 8, 1962, p. 48—52, 6 fig., 2 tab., 7 ref. bibl.

În ultimul timp se folosesc cu succes forme de izolatoare cu suprafaţă mare care, bătută de vînt şi de ploi, se auto-

curăţă chiar sub acţiunea agenţilor atmosferici. Rezultatele experimentale arată că aceste forme sînt superioare celor clasice cu pălării şi nervuri de protecţie. Se prezintă rezultatele experimentărilor care justifică folosirea izolatoarelor spiralate. Experimentările s-au făcut cu ajutorul unui transformator de măsură de tipul IOM—500. tensiunea 500 kV şi puterea 500 kVA. Pentru încercările la impuls de tensiune s-a folosit generatorul tip 61 N—300 cu unda de 1,5/40 μs, cu polarităţile pozitive şi negative. Incercările de mai sus au dat rezultate mai bune la noile tipuri de izolatoare decît la cele vechi.

A.B.

CZ 621.317 *Măsurători electrice*

CZ 621.317.725.085.36

Gorelnikov, N. I., Klistorin, I. F., Matuşkin, G. G. şi Strukov, V. G. **Voltmetru cifric specializat** (Speţializirovanii ţifrovoi voltmetr). In : Izmeritelnaia tehnika, nr. 7, 1963, p. 30—31, 4 ref. bibl.

Îmbunătăţirea caracteristicilor stabilizatoarelor cu siliciu şi creşterea numărului lor în exploatare impun realizarea unei aparaturi de precizie, care să poată măsura rapid unii parametri. În acest scop se prezintă un nou voltmetru cifric, a cărui eroare de măsură nu depăşeşte ± 0,02%. Indicaţiile aparatului sînt marcate de cinci lămpi cu cifre, limita de măsură a aparatului fiind 19,999 V. Conectarea indicaţiilor luminoase se face automat după terminarea procesului de echilibrare.

Se prezintă pe scurt părţile componente ale voltmetrului : stabilizatorul, descifratorul, organul de nul, transformatorul de permalloy, pentru care se dau date constructive. Construcţia voltmetrului este tip bloc. Datele privitoare la comportarea aparatului în exploatare sînt sigure şi arată că la măsura tensiunii stabilizate, productivitatea muncii creşte de circa patru ori. Folosirea voltmetrului cifric este drumul spre o automatizare deplină a proceselor de măsură.

Fl. T.

CZ 621.317.39 : 551.571

Popov, A. F. **Higrometru electric pentru măsurarea umidităţilor reduse** (Elektriceskii ghigrometr dlia izmerenia malih vlajnostei). In : Priborostroenie, nr. 5, 1963, p. 12—14, 6 ref. bibl.

Higrometrele pentru măsurarea umidităţilor mici, a căror construcţie se bazează pe schimbarea conductivităţii soluţiilor de electrolit, a rezistenţei de suprafaţă a corpurilor solide, a rezistenţei de volum, prezintă dezavantajul nestabilităţii indicaţiilor în acest domeniu. Folosindu-se de alt „element sensibil", autorul realizează noi tipuri de higrometre destinate pentru măsurări „continue" sau măsurări „discrete".

Pentru măsurare, amestecul a cărui umiditate trebuie să fie determinată este introdus în două fluxuri. Unul dintre ele, printr-un filtru 1, care îl îndreaptă spre elementul electrolitic 2, celălalt, printr-un egalizator de presiune, spre contorul 4, supapa 5 şi apoi mai departe spre ieşire. Elementul electrolitic este realizat dintr-un tub de teflon, a cărui suprafaţă interioară este acoperită cu un film subţire de anhidridă fosforică, care reacţionează cu amestecul ; din ecuaţia chimică ce se stabileşte rezultă şi funcţionarea aparatului. Se indică şi alte situaţii în care aparatul poate lucra cu precizie. Tipurile de aparate descrise sînt introduse în fabricaţie, remarcîndu-se prin precizie şi siguranţă în funcţionare.

Fl.T.

CZ 621.317 : 536.532

Ipolitov, N. V. şi Pumlik, I. A. **Aparat pentru reglarea regimului de temperatură la prese** (Pribor dlia regulirovania temperaturnovo rejima na presah). In : Priborostroenie, nr. 5, 1963, p. 27—28.

Se descrie un aparat pentru reglarea regimului termic la prese, care constă în două scheme identice : una pentru reglarea temperaturii părţii superioare a presei, cealaltă pentru reglarea temperaturii părţii inferioare. Schema de principiu a regulatorului de temperatură cuprinde detectorul, circuitul de comandă şi blocul de alimentare.

Detectorul de temperatură, realizat din rezistenţe termice semiconductoare, este introdus într-un patron special şi apoi în locaşurile presei. Termorezistenţa este conectată într-unul dintre braţele unei punţi de măsură. Amplificatorul este realizat din trei triode de tip π 13 şi are ieşirea pe înfăşurarea releului electromagnetic P_1.

Circuitul de comandă constă într-un releu P_2 şi pornitoru magnetic care conectează circuitul de încălzire la presă. Aparatul se conectează pînă cînd placa matriţei se încălzeşte la temperatura dorită, după care sistemul de relee din schemă începe să acţioneze, menţinînd constantă temperatura aleasă. Gama de reglare a temperaturii este 140—180°C, cu o precizie de 0,5 °C. Aparatul se pretează a fi instalat în orice schemă de reglare automată a temperaturii.

Fl.T.

CZ 621.319.4 *Condensatoare*

CZ 621.319.45 : 621.315.614.63

Reinhard Behn. **Autoregenerarea electrochimică în condensatoarele cu hîrtie metalizată** (Elektrochemische Selbstheilung in Kondensatoren mit metallisierten Dielektriken). In : Siemens—Z. **36**, nr. 11, 1962, p. 808—811, 6 fig., 10 ref. bibl.

Condensatoarele cu hîrtie metalizată, destinate în prima fază să lucreze în circuite de curent continuu, au început să fie folosite cu succes şi în curentele de curent alternativ, şi anume la compensarea factorului de putere. Avantajul principal al acestor condensatoare constă în autoregenerarea lor, datorită topirii stratului subţire metalizat din jurul străpungerii, izolînd punctul sau porţiunea avariată din dielectrc. Se studiază procesele electrochimice de autoregenerare la condensatoarele fabricate de firma Siemens din R.F.G., care au loc separat de procesele electrice propriu-zise de autoregenerare. Aceste procese electrochimice au loc, în special, la dielectricii foarte subţiri şi sînt în legătură cu faptul că conductibilitatea electrică are un caracter net ionic. Principala sursă de ioni o constituie urmele de umezeală, care sînt întotdeauna, în mai mare sau mai mică măsură, disociate. Fenomenul autoregenerării electrochimice este important în special la condensatoarele cu straturi metalizate foarte subţiri lucrînd la tensiuni joase. Siguranţa mare în exploatare este asigurată prin asocierea autoregenerării electrochimice cu autoregenerarea electrică.

A.B.

CZ 621.319.4 ; 621.315.614.6

RENNE, V. T. : **Procesele de ionizare în dielectricul condensatoarelor cu hîrtie sub acţiunea curentului continuu.** (Ionizaţionnie proţessi v dielektrike bumajnih condensatorov pri vizdcistvii postoaiannovo napriajenia). In : Elektricestvo, **63**, nr. 5, 1963, p. 67—71, 9 fig., 10 ref. bibl.

În studiul dielectric al echipamentului electric, problema ionizării are o importanţă deosebită. În condensatoarele, folosind ca dielectric hîrtia impregnată în uleiuri minerale, cunoaşterea gradientului de ionizare este un indiciu asupra coeficientului de siguranţă. Se prezintă o trecere în revistă a metodelor folosite. Metoda aplicată de autor pentru studierea ionizării în curent continuu se bazează pe detectarea descărcărilor de înaltă frecvenţă care au loc de la începutul procesului de ionizare. Se prezintă schema detaliată a instalaţiei folosite. S-a studiat variaţia gradientului de ionizare în funcţie de temperatură la două tipuri de condensatoare : impregnate cu ulei mineral şi impregnate cu oktol. Se observă că oktol-ul dă valori mai ridicate ale gradientului. În funcţie de regimul de uscare şi impregnare, respectiv, temperatura, durata şi în special vidul folosit, depind cantitatea şi dimensiunile incluziunilor de aer rămase în condensator. De acestea din urmă depinde gradientul de ionizare.

De asemenea, şi creşterea temperaturii de lucru intensifică procesul de ionizare. Se arată că în curent continuu pot avea loc, concomitent, procese de ionizare şi procese electrochimice, de exemplu, electroliza umidităţii din dielectric, care grăbesc procesul de îmbătrînire a izolaţiei compuse.

A. B.

CZ 621.319.4 : 621.315.614.6

ELSNER, H.: **Considerații cu privire la folosirea materialelor de impregnare pentru condensatoare** (Considerations au sujet de l'emploi des agents d'impregnation pour condensateurs). Rap. CIGRÉ nr. 159, 1962, p. 15, 2 tab., 5 ref. bibl.

Problema materialelor de impregnare folosite în condensatoarele de forță este foarte importantă, întrucît aceste materiale influențează asupra calității condensatoarelor și asupra duratei lor de viață. Aceste materiale se divid în două grupe principale: uleiuri minerale și dielectrici lichizi clorurați (obținuți prin policlorurarea difenilului). O anchetă efectuată asupra a șase țări mari producătoare de condensatoare a stabilit că din 4 000 MVA, fabricați în anul 1958, 2 500 MVAr sînt realizați cu materiale clorurate. Se observă, ca tendință generală, trecerea la fabricarea totală a condensatoarelor de forță cu material clorurate. Uleiul mineral este justificat a fi folosit la condensatoarele de forță speciale; de măsură, de cuplaj și la divizorii de tensiune capacitivi. Se prezintă trei grupe de încercări, și anume: 1) încercări de recepție și control; 2) încercări de îmbătrînire și de absorbție (oxidare); 3) încercări practice în exploatare. Cele mai importante se consideră încercările de exploatare, care la rîndul lor se împart în: a) încercări la îmbătrînire termică, fără solicitare dielectrică; b) încercări la îmbătrînire termică, cu solicitare dielectrică; c) încercări de ionizare de lungă durată și d) încercări de ionizare și de regenerare.

A. B.

CRONICĂ

Sesiunea de comunicări științifice în domeniul automaticii

În zilele de 17 și 18 octombrie a.c., a avut loc la București a 7-a sesiune anuală de comunicări în domeniul automaticii, organizată de Comisia de automatizare a Academiei R.P.R.

La lucrările sesiunii au participat, pe lîngă numeroși delegați din țară, cercetători din Institutele Academiei R.P.R. (Institutul de matematică, Institutul de calcul — Cluj, Baza Academiei — Timișoara), din Institutele de învățămînt superior (Facultatea de matematică, Institutul politehnic — București, Centrul de calcul al Universității — București, Institutul politehnic — Iași, Institutul politehnic — Timișoara, Institutul politehnic — Brașov, Academia militară, Institutul de petrol și gaze), din Institute departamentale (Institutul de proiectări de automatizare, Institutul de cercetări foraj și extracție, Institutul de proiectări metalurgice etc.) și delegați străini din U.R.S.S., R.D.G., R.P.B., R.P.U., R.S.C., precum și un delegat al Asociației franceze de automatică (AFRA).

Această sesiune a avut drept scop prezentarea și discutarea celor mai însemnate lucrări de cercetări și a celor mai importante realizări din domeniul automaticii, obținute în ultimul an în țară, precum și un schimb de experiență între specialiștii noștri și oamenii de știință străini, specialiști în acest domeniu.

Tematica sesiunii a fost foarte bogată, prezentîndu-se lucrări din toate disciplinele care sînt cuprinse în prezent sub denumirea de automatică luată în sens larg. După cum era de așteptat, comunicările care se referă la automatica industrială au fost în cea mai mare proporție; cu toate că cercetările în direcții mai noi au fost abordate de puțin timp la noi în țară, s-au realizat în această direcție concluzii originale, care s-au prezentat la sesiune.

Comunicările s-au repartizat pe specialități astfel: automatica industrială 15; teoria sistemelor automate 7; automate finite 9; cibernetică tehnică 1; calculatoare 8; teoria programării 5; calculatoare analogice 4; economie matematică 2; biologie matematică 3; lingvistică matematică 2; documentare 2; diverse 4.

Din domeniul automaticii industriale s-au prezentat următoarele referate:

Avramescu Aurel și *Leon M.* — Constanta de timp areală a schemelor funcționale ale sistemelor automate complexe. *Călin Sergiu* și *Ionescu Vlad* — Utilizarea metodei sistemului echivalent de ordinul II pentru acordarea optică a regulatoarelor P.I. *Basarab Șerban* — Aspecte ale proiectării logice a unui dispozitiv numeric de comparare utilizat pentru reglarea numerică a poziției. *Condrea Sergiu* — Sistem de comunicații adaptiv cu conversiunea frecvențelor. *Colectiv ICFE* — Asupra generalizării problemei schemelor funcționale pentru amortizarea operațiunilor de introducere-extragere la sondele de țiței și gaze. *Constantinescu V., Iosipescu A., Basarab Șerban, Miu Emilia, Dumitrescu Ana* — Instalație de poziționare numerică a șurubului de presare la Bluming. *Gonda G.* — Studiu comparativ asupra utilizării mutatoarelor la acționarea schipurilor furnalelor de mare capacitate. *Greciuc Titus* — Un caz de aplicare a legilor algebrei logice la studiul unor circuite cu contacte și relee. *Landau I. D.* și *Davidovici A.* — Ajustarea optimală a regulatoarelor pentru procese rapide în regim staționar și dinamic. *Marian C., Păiuș C.* — Automatizarea și mecanizarea complexă a unui mare combinat siderurgic. *Millea A., Mihăescu S., Popescu R.* — Sursa de tensiune de referință cu diode Zener pentru înlocuirea elementelor Weston nesaturate. *Penescu Cornel* și *Ceapiru Mihai* — Cvadrator analogic cu diode fără amplificatooperațional. *Penescu Cornel* și *Dimo Petre* — Un nou traductor numeric complet tranzistorizat. *Sofan Eugen, Constantinescu M., Emanoil Doina, Negoescu Dumitru* și *Basarab Șerban* — O schemă modernă de reglare a vitezei realizată cu elemente de fabricație indigenă. *Weinrich G., Landau I., Basarab Șerban* — Constatări din aplicațiile industriale ale sistemului de reglare unificat, tranzistorizat pentru acționări electrice.

Comunicările prezentate au expus realizările importante din țara noastră în domeniul automatizării unor utilaje moderne, folosind elemente cu comutație statică precum și rezultatele experimentale ale unor elemente fabricate în țară.

A II-a consfătuire de combatere a zgomotului și vibrațiilor

Comisia de Acustică a Academiei Republicii Populare Romîne a organizat între 14 și 16 noiembrie 1963 (în aula Academiei R.P.R.) a doua consfătuire de combatere a zgomotului și vibrațiilor.

La consfătuire a participat un număr mare de specialiști în domeniul acusticii, reprezentînd diferite ramuri de activitate, și anume: ingineri de diferite specialități, medici, fizicieni, arhitecți, cadre didactice din învățămîntul superior, cercetători, tehnicieni din inspecțiile tehnice și sanepiduri etc.

În cursul celor trei zile, cît a durat consfătuirea, s-au prezentat șase referate de ansamblu și 36 comunicări tehnice și medicale. În referate s-a prezentat stadiul la care s-a ajuns în problema combaterii zgomotului și vibrațiilor, din punct de vedere tehnic și medical.

Aceste referate au fost:

— Zgomotul și trepidațiile ca factori nocivi în mediul industrial (*G. Cadariu, C. Grădină, C. Ursoniu*);

— Zgomotul industrial și combaterea lui (*M. Grumăzescu*);

— Unele probleme referitoare la posibilitățile actuale de amortizare a vibrațiilor (*A. Stan*);

— Problema zgomotului la mijloacele de transport (*D. Bobic, A. Klein, G. Neamțu*) ;

— Lupta împotriva zgomotului produs de instalațiile din clădirile de locuit și social-culturale (*N. Wegener*) ;

— Măsuri urbanistice pentru combaterea zgomotului în orașe (*T. Chițulescu, T. D. Vîja*).

Alături de aceste referate au fost prezentate și cele 36 comunicări, conform programului stabilit. Aceste comunicări sînt lucrări originale de cercetare în problema combaterii zgomotului și vibrațiilor în diferitele sectoare de producere a lor: sectorul industrial, mijloace de transport, zgomotul orașului.

Interesant de remarcat despre aceste comunicări este faptul că cele mai multe dintre ele au fost efectuate în comun de ingineri și medici: medicii stabilind efectele dăunătoare ale zgomotului și vibrațiilor existente, iar inginerii stabilind mijloacele și metodele pentru remedierea lor.

Dintre aceste comunicări subliniem una care este interesantă pentru specialiștii din domeniul electrotehnicii, și anume :

— Reducerea zgomotului la mașinile electrice rotative (*V. Liuba, N. Bichir, L. Vinaru*). Această lucrare poate fi găsită de cei interesați în cuprinsul acestei reviste.

Al V-lea Tîrg Internațional de la Brno

În zilele de la 9 la 23 septembrie 1963, a avut loc la Brno cel de-al V-lea Tîrg internațional, o importantă întîlnire între oamenii de afaceri din întreaga lume, care a adus o contribuție importantă la întrecerea pașnică între toate țările participante.

La Tîrgul internațional al constructorilor de mașini de la Brno din septembrie 1963, au participat aproape 500 firme care au avut prilejul să expună — pentru a fi cunoscute în lumea întreagă — cele mai noi și mai interesante produse și în același timp să cunoască produsele și gradul tehnic de dezvoltare a celorlalte țări.

În pavilioanele specializate ale acestui Tîrg au fost expuse noutățile tehnice din domeniul mașinilor-unelte, prelucrării metalelor prin deformare, industriei chimice, tehnicii transporturilor, construcțiilor și materialelor de construcție, transportului intern, mecanizării agriculturii. De asemenea, au fost reprezentate sectorul minier, al siderurgiei, al forajului.

Simpozioanele științifice și zilele pe specialități (în care s-au ținut comunicări relative la protecția liniilor de înaltă tensiune și la redresoare și convertizoare cu semiconductori) organizate de Societatea cehoslovacă de știință și de către conducerea Tîrgului, au prilejuit un schimb de informații cum și o colaborare a oamenilor de știință și specialiștilor din lumea întreagă.

Mașinile, aparatele și echipamentele tehnologice expuse au arătat dezvoltarea rapidă a producției mondiale, pe baza mecanizării complexe, a automatizării și chimizării.

Scopul principal al Tîrgului internațional de la Brno a fost acela de a dezvolta comerțul internațional, de a lărgi relațiile comerciale existente și de a dezvolta cooperarea economică și schimbul de mărfuri între diferite țări pe baza avantajelor reciproce, indiferent de sistemul economic și politic al participanților.

Au fost expuse: mașini-unelte pentru prelucrarea prin așchiere și prin deformare, scheie și dispozitive, instalații și echipament pentru industria minieră, industria metalurgică și industria petrolieră, pentru industria chimică și alimentară, pentru industria textilă, pielărie și cauciuc, pentru industria poligrafică, mașini de calcul și statistice, instalații de climatizare, motoare Diesel, aparate de comandă și transmisie, instalații energetice pentru industria electrotehnică de curenți tari, aparataj pentru industria electrotehnică de curenți slabi, aparate de măsurat, dispozitive de reglare, tractoare și mașini agricole, mașini pentru construcția drumurilor, instalații și aparate de radio și de televiziune, echipament de telecomunicații, cronometre, precum și semiproduse pentru industria chimică.

Astfel, întreprinderea de comerț exterior Kovo a expus aparate de măsurat și de reglare: aparatul de măsurat universal Unimet II, termometre pentru măsurarea temperaturii la distanță, diferite construcții noi de aparate de măsurat Tesla (Centrul industrial BM 362, pentru numărarea producției pe bandă, voltmetru tranzistorizat, osciloscraful cu bandă largă Tesla BM 420, măsurătorul de impedanțe cu tranzistoare Tesla 12 X 1-020), precum și centrala de măsurat ZPA MU 100, în care se pot urmări 100 de valori (inclusiv operațiile matematice), transformate într-un semnal de tensiune de ± 12 V și centrala MU 100, construită din elemente tipizate, astfel încît numărul de valori care se măsoară poate fi mărit.

Firma CKD-Praga a expus valve cu redresoare cu siliciu pentru curenți de 50, 100 și 150 A și o tensiune pînă la 800 V, instalații de stomatologie și de radiologie.

În tehnica transporturilor, interesul vizitatorilor a fost reținut de locomotivele Diesel electrice, vagoanele cu etaje pentru transportul autoturismelor, autoturismele tip Skoda 1963, motocicletele Jawa, autocamionul PRAGA SST-TN pentru tracțiunea remorcilor de 13 t și tractoarele Zetor.

Republica Populară Romînă a prezentat la Tîrgul Internațional de la Brno produsele fabricate în anii puterii populare, trezind un viu interes printre numeroșii participanți. Țara noastră a expus automotoare Diesel electrice, utilaj petrolier, instalațiile 2 LDH 75 și T50 A și o unitate de pompaj de 12 t; motoare electrice un grup de sudură de 350 A, un grup eectrogen de 30 kVA, transformatoare de putere, transformatoare de măsură, aparate telefonice, lămpi fluorescente, radioreceptoare și televizoare.

Numărul mare al vizitatorilor a arătat interesul pe care l-au stîrnit produsele expuse, precum și importanța acestor manifestări internaționale pentru întărirea relațiilor de colaborare reciprocă între state.

SCURTE ȘTIRI

Construcțiile septenalului. În diferite raioane economice din U.R.S.S. se construiesc în prezent circa 350 uzine hidro- și termoelectrice. În ultimul an al septenalului orașele și satele sovietice vor primi peste 500 miliarde kWh de energie electrică, adică mai mult decît produc țările capitaliste cu nivel înalt de dezvoltare, ca: Anglia, Franța, Italia, Belgia și R.F.G. luate la un loc.

Din „PRAVDA" nr. 229/17.08.1963

Uriașul de pe Angara în plină dezvoltare. În vara aceasta, UHE din Bratsk a devenit cea mai puternică uzină hidroelectrică din lume. În total 12 mașini gigantice, avînd o putere totală de 2 700 MW, produc zilnic zeci de milioane de kWh de energie ieftină. Totodată, s-a pregătit pentru darea în funcțiune al treisprezecelea agregat care va fi pornit înainte de termen. Simultan se lucrează la asamblarea celei de-a paisprezecea turbină.

Urmează la rînd montajul penultimei turbine, cea de-a cincisprezecea (conform planului urmează să fie date în exploatare 16 agregate).

Din „PRAVDA' nr. 229/17.08.1963

A treia UHE pe rîul Kama. Lîngă oraşul Naberejnîe Celnî începe construcţia UHE „Nijne-Kamskaia" (de pe Kama inferioară) cu o putere de 1 milion de kW. Aici se vor instala agregate hidroelectrice orizontale, tubulare.

Din „PRAVDA" nr. 229/17.08.1963

O uriaşă uzină termoelectrică în stepele de pe lîngă Nipru. În stepa de pe lîngă Nipru s-a extins construcţia unui gigant al energeticii sovietice URES „Krivorojskaia". Puterea proiectată — de 2 400 MW — depăşeşte de patru ori puterea UHE „Dnieproghes". Construcţiile se efectuează după ultimul cuvînt al tehnicii. Uzina va fi înzestrată cu opt turbine a cîte 300 MW fiecare. Cazanele vor produce pînă la 950 t/h abur la temperatura de 585°C şi 250 atmosfere. Comanda agregatelor se mecanizează şi se automatizează complet.

Din „PRAVDA" nr. 229/17.08.1963

URES „Litovskaia" (R.S.S. Lituaniană). Constructorii URES „Litovskaia" au terminat montajul celei de-a doua turbine de o putere de 150 MW. Cu darea în exploatare a acestui turbogenerator, uzina va produce cu 1/3 mai multă energie electrică decît au dat în anul trecut toate uzinele electrice din acea republică.

Din „PRAVDA" nr. 229/17.08.1963

Uzină termoelectrică în raionul terenurilor petrolifere virgine. În nordul Başkiriei, în raionul terenurilor petrolifere virgine „Bolşoi Arlan" s-a început construcţia unei uzine termoelectrice, cu o putere de 2 400 MW.

Din „PRAVDA" nr. 229/17.08.1963

O metodă nouă în tehnologia circuitelor imprimate. La Institutul tehnologic din Illinois (S.U.A.) s-a elaborat o metodă nouă pentru tehnologia de fabricare a circuitelor imprimate. Se foloseşte un dispozitiv asemănător cu lampa fulger din fototehnică, în care însă se dezvoltă o energie mult mai mare, atingîndu-se pe suprafeţele iluminate temperaturi extrem de înalte timp de o fracţiune de secundă. Cu ajutorul unor asemenea fulgere se pot calcina diferite materiale metalice, de exemplu aliaje de cupru.

Pe o placă de bază, executată de exemplu dintr-un material ceramic, se întinde un strat de vopsea în care este inclus ca material pigmentat oxid de cupru sub formă de pulbere. Pe acest strat se aşază o placă ce reflectă lumina, iar în ea se presează ca într-un şablon întreaga schemă. Plăcuţa cu şablon se expune la acţiunea lămpii fulger, iar efectul termic extrem de puternic calcinează părţile neacoperite de stratul protector şi le face conductibile.

Stratul rămas necalcinat se spală cu un dizolvant special, iar pe placa de bază vor rămîne numai circuite conductibile. Prin acelaşi procedeu pot fi pregătite de asemenea elemente de rezistenţă (prin calcinarea unor compuşi de exemplu nichel) şi circuite multiple de lipire.

Din „RADIO und FERNSEHEN" nr. 5/1963

Uriaşul energetic din Kazahstan. S-a început construcţia primei secţii din corpul principal al URES „Ermakovskaia", cea mai mare din republică. Puterea proiectată a uzinei este de 2,4 GW. În prezent se aşază fundaţia din plăci de beton armat a turbogeneratorului de 300 MW.

Din „PRAVDA" nr. 231/19.08.1963

INVENŢII

O nouă protecţie termică a maşinilor electrice

La Institutul „Ghiproniselektroşaht" din oraşul Donetk (U.R.S.S.) s-a propus şi s-a brevetat un nou dispozitiv pentru protecţia termică a maşinilor şi aparatelor electrice, care prezintă o serie de avantaje faţă de cele folosite la ora actuală. Dispozitivul asigură protecţia perfectă a maşinilor şi aparatelor împotriva supraîncălzirii la suprasarcini şi regimuri anormale, adică în cazurile în care temperatura bobinajelor creşte mai repede decît temperatura termistoarelor.

La fel ca şi mijloacele de protecţie cunoscute, noul dispozitiv cuprinde o schemă cu punţi cu termistoare şi rezistenţe, un amplificator de curent continuu, un releu de execuţie şi un transformator de alimentare cu redresoare. Totuşi, spre deosebire de acestea, într-unul din braţele punţii noului dispozitiv sînt montate două termistoare cu diferite constante de timp de încălzire şi cu coeficienţii de temperatură cu semn diferit. Conectarea acestor termistoare într-un braţ al punţii permite măsurarea mai precisă a temperaturii izolaţiei şi, în acelaşi timp, dispozitivele reacţionează la viteza cu care temperatura creşte în bobinj.

Noul dispozitiv poate găsi un larg cîmp de aplicare pentru protecţia termică a motoarelor electrice asincrone şi a altor maşini şi aparate electrice.

(Ekonomiceskaia Gazeta nr. 2, ian 1964)

Conferinţa internaţională a marilor reţele electrice (C.I.G.R.É.)

Conferinţa internaţională a marilor reţele electrice, cunoscută sub denumirea prescurtată de CIGRÉ, îşi va ţine viitoarea sa sesiune (a 20-a) între 1 şi 10 iunie 1964 la Paris, ca deobicei.

În cursul lucrărilor acestui congres, la care se vor prezenta 131 de rapoarte, se vor studia marile probleme pe care le tratează pe plan internaţional CIGRÉ, adică tot ceea ce se referă la producţia, transformarea şi distribuirea energiei electrice de înaltă tensiune.

Acest studiu priveşte, în principal, problemele referitoare la alternatoare, transformatoare, întreruptoare, izolatoare, linii aeriene, pilonii şi masivele de fundaţii, cablurile subterane şi sub apă, concepţia şi funcţionarea reţelelor, protecţia şi releele, supratensiunile şi trăznetul şi, în sfîrşit, transmiterea energiei electrice la transformatoarele de înaltă tensiune, prin curent alternativ, şi la transformatoarele de înaltă tensiune, prin curent continuu.

În cursul sesiunii precedente, care a avut loc în anul 1962, au luat parte 1 495 de ingineri din 50 de ţări. Nu încape îndoială că sesiunea din acest an va prezenta acelaşi viu interes ca şi celelalte. Ea va continua să facă o analiză a activităţii desfăşurate pe o perioadă de doi ani, activitate care a prezentat un interes deosebit.

Pentru orice informaţii şi pentru înscrierile la sesiune, vă rugăm a vă adresa Comitetului Naţional Romîn, al CIGRÉ, care funcţionează la adresa :

CNIT — Aleea Alexandru nr. 33
Raion 30 Decembrie
BUCUREŞTI
cu menţiunea : pentru C.N. — CIGRÉ

SUMAR ANUAL

1. CZ 061.3 Colectivități. Congrese. Știri

CZ 061.3 : 620.19 : 621.791.7 (498.51)

1. 1 *A IV-a consfătuire de sudură și încercări de metale (Cronică)*

1, 36—37

CZ 061.3 : 620.9 : 061.6

1. 2 *Sesiunea de comunicări a Institutului de energetică al Academiei R.P.R. (Cronică)*

6, 238

CZ 061.3 : 621.3 IPB „1962"

1. 3 *Desfășurarea lucrărilor sesiunii științifice a electricienilor din Republica Populară Română (Cronică)*

4, 153—157

CZ 061.3 : 621.3 (43) „1963"

1. 4 *Sesiunea a X-a a electrotehnicienilor de la Weimar (Cronică : Hortopan, Gh.)*

9, 354—355

CZ 061.3 : 621.3 (498) ITCME „1963"

1. 5 *Sesiunea tehnico-științifică a Institutului de studii, cercetări și proiectări tehnologice pentru industria constructoare de mașini, utilaje și industria electrotehnică (Cronică)*

7, 278—279

CZ 061.3 : 621.3 (498) UEPC „1963"

1. 6 *A III-a sesiune de comunicări tehnico-științifice a uzinelor „Electroputere" — Craiova (Cronică : Mirzan M.)*

9, 355—360

CZ 061.3 : 621.3 : 669

1. 7 *Sesiunea tehnico-științifică a Institutului de proiectări de uzine și instalații metalurgice (Cronică)*

8, 319

CZ 061.3 : 621.312 ISPE (498) 3 „1963"

1. 8 *A III-a sesiune de comunicări tehnico-științifice a Institutului de studii și proiectări energetice, martie 1963 (Cronică : Constantinescu, E.)*

8, 316—318

CZ 061.3 : 621.315 : 616.3 (498.11)

1. 9 *Utilizarea prafurilor de presare (Cronică : Antoniu M.)*

8, 319

CZ 061.3 : 621.315.616.9 (498)

1. 10 *Consfătuire privind rășinile epoxi fabricate în țară (Cronică)*

6, 239

CZ 061.4 (43) „1963"

1. 11 *Târgul de toamnă de la Leipzig 1963 (Cronică : Avramescu, A.)*

10, 398

CZ 061.4 „1963"

1. 12 *Târgul de la Brno din toamna anului 1963*

11—12, 454

CZ 061.4 : 621.3 (43) „1963"

1. 13 *Electrotehnica în progres la Târgul de mostre de primăvară din Leipzig (Cronică)*

4, 158

CZ 061.4 : 621.317

1. 14 *Expoziția de aparate de măsurat a R.P. Ungare (Cronică)*

1, 37—38

CZ 061.75 : 378.962 : 621.3 (489.31)

1. 15 *Sesiunea jubiliară a Institutului politehnic din Iași cu prilejul împlinirii a 50 de ani de existență (Cronică)*

1,37—38

1. 6 *Sesiunea de comunicări științifice în domeniul automaticii*

11—12, 453

2. CZ 621.3 Electrotehnică generală

CZ 621.3 (083.8) „1963"

2. 1 *Tematica pe anul 1963*

1, 39—40

CZ 621.3.011.1 : 538.521

2. 2 Țugulea, A. și Mastero, S.: *Cu privire la tratarea unor probleme de inducție electromagnetică*

5, 163—172

CZ 621.3.016.2 : 621.316.11.016.313

2. 3 Nedelcu, V. N.: *Cu privire la definiția puterii aparente a sistemelor trifazate nesimetrice*

8, 281—285

CZ 621.3.016.23

2. 4 Nedelcu, V. N.: *Puterea aparentă complexă instantanee a sistemelor sinusoidale*

4,121—124

CZ 621.3.016.313

2. 5 Nedelcu, V. N.: *Cu privire la definiția puterii de asimetrie*

5, 161—163

CZ 621.3.014.31.064.3

2. 6 Edels, H.: *Stingerea arcului și întreruperea circuitelor (Recenzie : Avramescu, A.)*

5, 194—195

CZ 621.3.011 : 537/38

2. 7 Timotin, A. și Hortopan, V.: *Lecții de bazele electrotehnicii (Recenzie : Avramescu, A.)*

6, 231—232

CZ 621.3—018,7 : 537.313

2. 8 Stănciulescu, F.: *Contribuție la teoria și calculul circuitelor electrice cu elemente neliniare (Recenzie: Avramescu, A.)*

8, 310

CZ 621.3 (498.51)(092) Mikloşi

2. 9 *Acad. Corneliu Mikloşi (Necrolog: Avramescu, A.)*

10, 397—398

CZ 621.3(083.8)„1964"

2. 10 *Tematica pe anul 1964*

11—12, 456—457

2. 11 *Referate*

1(1);3(2);4(2);5(1);8(2);9(2)

3. CZ 621.311 Centrale electrice. Instalaţii de alimentare cu energie electrică

CZ 621.311.1:061.3

3. 1 *Din lucrările CIGRÉ: De la reuniunea generală 1962. De la reuniunea generală 1964*

10,394—396

CZ 621.311.1 : 061.3 CIGRÉ „1962"

3. 2 Constantinescu, E. şi Groza, L.: *Lucrările celei de-a 19-a sesiune a Conferinţei internaţionale a marilor reţele electrice (CIGRÉ)*

3, 95—98

CZ 621.311.1.018.141

3. 3 Turan, G.: *Îmbunătăţirea factorului de putere în reţelele electrice (Recenzie: Bercu, A.)*

11—12, 447—448

4. CZ 621.312 Industria electrotehnică

CZ 621.312.003 EM (498.51)

4. 1 Tănăsescu, Gh., Ivăşchescu, I., Sirian, E. şi Rochianu D.: *Aspecte ale specializării producţiei la intreprinderea „Electromotor" — Timişoara*

8, 285—293

CZ 621.312.003.1

4. 2 Areşteanu, H.: *Sporirea productivităţii muncii în industria electrotehnică*

6, 201—209

CZ 621.312 : 621.313.33.002.7

4. 3 Oprendeck, B. şi Băbuţia, I.: *Asupra eficienţei controlului tehnic de serie al maşinilor de inducţie*

11—12, 408—415

CZ 621.312.001.5 (47)

4. 4 Kulikov, O.: *Din experienţa U.R.S.S. Linii automate cu flux circular.*

3, 111—112

CZ 621.312.002 (022)

4. 5 *Tehnologia generală în industria electrotehnică (Recenzie: Moceanu I.)*

8, 310—311

CZ 621.312 : 621.382 + 621.39

4. 6 Stănescu, V.: *Tehnologia generală în industria electronică (Recenzie: Alexiu I.)*

10. 387

4. 7 *Referate* 10(1)

5. CZ 621 Maşini electrice

CZ 621.313.1 : 534.62

5. 1 Bichir, N. I.: *Studiul zgomotului maşinilor electrice*

2, 50—57

CZ 621.313.13.002.2 : 519.2

5. 2 Todor, F.: *Metode ale statisticii matematice cu aplicaţie la controlul calităţii motoarelor electrice de putere mică produse în serii mijlocii şi mari*

10, 361—368

CZ 621.313.2.047.24

5. 3 Lică, V. şi Iruncă, M.: *Conuri izolante din solzi de micanită pentru colectoarele maşinilor electrice rotative*

5, 188—194

CZ 621.313.32/33.048.1

5. 4 Bercu A.: *Scheme de izolaţie moderne pentru maşini electrice de mare putere*

9, 343—349

CZ 621.313.322.001.6

5. 5 Corlăţenu, V.: *Tendinţe noi în proiectarea şi construcţia maşinilor sincrone de putere mare*

2, 41—49

CZ 621.313.322.011.1

5. 6 Nedelcu V.: *Cu privire la scrierea ecuaţiilor generale ale maşinii asincrone*

6, 209—214

CZ 621.313.322.013.8 : 621.315.23.027.8

5. 7 Vasilescu, A.: *Influenţa cablurilor de tensiune foarte înaltă asupra curentului de excitaţie şi stabilităţii generatoarelor care le alimentează*

6, 225—230

CZ 611.313.322.016.25

5. 8 Nedelcu, V. N.: *Cu privire la expresia puterii reactive a maşinii sincrone*

1, 11—13

CZ 621.313.322.045.7—82

5. 9 Nicolaide, A.: *Calculul parametrilor înfăşurărilor de amortizare ale maşinilor sincrone cu poli aparenţi*

1, 1—10

CZ 621.313.322.072.2

5. 10 Corlăţenu, V.: *Sisteme moderne de excitaţie şi reglaj al tensiunii maşinilor sincrone*

3, 81—86

CZ 621.313.323.044.53.004.13

5. 11 Nicolaide, A. şi Drăgănescu, O.: *Caracteristicile de pornire a motoarelor sincrone cu poli aparenţi masivi*

6, 215—225

CZ 621.313.33 : 621.824

5. 12 Nistor, A. şi Cotta, A.: *Prelucrarea modernă a arborilor maşinilor electrice de gabarit 3—10, în linie tehnologică*

5, 173—180

CZ 621.313.333.042.3

5. 13 Bunea, V.: *Maşini electrice cu crestături complet închise*

3, 87—95

CZ 621.313.333.016.1 : 621.3.018.46

5. 14 Saal, C.: *Determinarea alunecării critice (Notă)*

8, 309

CZ 621.313.1:621.317.39 : 534.441

5. 15 Bichir, I. N. şi Vinaru, C. L.: *Metode practice pentru măsurarea zgomotului maşinilor electrice rotative*

11—12, 440—445

CZ 621.313.3.013

5. 16 Kazovskij, E. I.: *Procese tranzitorii în maşinile electrice de curent alternativ (Recenzie: Nedelcu V. N.)*

3, 112—114

CZ 621.513.3 (021)

5. 17 Lazu, C. și Corlățeanu, V.: *Mașini electrice vol. II (Recenzie: Nedelcu, V.)*

8,311—312

CZ 621.313.1.048.1 : 621.317.333.6

5. 18 Kozicrev, N. A.: *Izolația mașinilor electrice și metodele de încercare (Recenzie: Bercu, A.)*

8, 312—313

CZ 621.313.323 : 621.34.003.1

5. 19 Sîromiatnicov I. A.: *Din experiența U.R.S.S. Despre avantajele tehnico-economice ale motoarelor sincrone*

1, 27—30

CZ 621.313 (47)

5. 20 *Din experiența U.R.S.S. Noi mașini pentru industria electrotehnică a U.R.S.S.*

2, 77

CZ 621.313.291.3

5. 21 *Mașina unipolară de curent continuu (Invenție)*

3, 119—120

5. 22 *Referate:* 1(7); 2(3); 3(3); 5 (2); 6(6); 8(6); 9(2); 10(9); 11—12(3)

6. CZ 621.314.2 Transformatoare de curent

CZ 621.314.2.002.2 : 621.312

6. 1 Rădulescu, C., Toma, Gh. și Năzdrăvan, I.: *Premisele tehnico-economice considerate la realizarea seriilor de transformatoare cu tablă laminată la rece de la* 6,3 la 80 MVA și 110 kV

4, 125—136

CZ 621.314.2.014.1.001.24

6. 2 Corlățeanu, V. și Murgu, Z.: *Regimurile tranzitorii la conectarea transformatoarelor trifazate*

9, 321—328

CZ 621.314.2.025,1 : 620.193.2

6. 3 Brînceni, C. și Cotnăreanu I.: *O serie de transformatoare monofazate în ulei în execuție tropicalizată*

11—12, 415—420

CZ 621.314.224.3 : 621.315.616.96

6. 4 Baștiurea, Gh. și Nistor Gh.: *Transformatoare de curent izolate în rășini de turnare*

2, 58—66

CZ 621.314.63 : 621.33 : 625.62

6. 5 Gust, C. și Saal, C.: *Utilizarea redresoarelor cu semiconductori în transportul electrificat urban*

10, 369—375

CZ 621.314.21,027.8

6. 6 Rabus, W. *Situația și problemele TTI privind construcția și exploatarea transformatoarelor mari (Recenzie: Avramescu, A.)*

9, 349—350

CZ 621.314.214.3.025.1 : 621.316.722

6. 7 *Procedeu și instalație pentru reglarea sub sarcină a tensiunii la transformatoare (Invenție)*

8, 320

6. 8 *Referate:* 2(1); 6(1); 8(1); 11—12(7)

7 CZ 621.315.2 Cabluri

CZ 621.315.2 : 621.312(498)

7. 1 Constantinescu, C.: *Tendințe moderne în fabricarea cablurilor și conductelor electrice de forță*

3, 102—108

CZ 621.315.211.2.048.1 : 621.315.616

7. 2 Cruceru, C.: *Izolarea și protejarea cablurilor și conductoarelor electrice cu materiale termoplastice și cauciucuri sintetice*

10, 376—383

8. CZ 621.315.6. Materiale izolante

CZ 621.315.612.4 : 537.228.1

8. 1 Marcus, B. și Melconian, V.: *Elemente piezoelectrice din ceramică de* $BaTiO_3$

11—12, 443—440

CZ 621.315.616.96 : 621.315.514

8. 2 Capotă, I. și Podani, E.: *Lac pe bază de elastomeri poliuretanici pentru protecția cablurilor flexibile utilizate la mașinile electrice*

3, 108—111

CZ 621.315.617.4 : 621.312

8. 3 Lică, C.: *Materiale electroizolante pe bază de siliconi*

11—12, 420—426

CZ 621.315.623.71 : 621.315.612.7

8. 4 Popescu, Ch., Tănăsescu, Fl., Tențulescu D. și Goldenberg, I.: *Cercetări asupra fabricării în R.P.R. a izolatorilor de suspensie cu capă, din sticlă călită*

1, 14—22

CZ 621.315.616.98

8. 5 Andrianov, K. și Skipetrov V. V.: *Dielectrici lichizi sintetici (Recenzie)*

6, 232—233

CZ 621.315.616.96.027.3

8. 6 Baciurin, I. M.: *Izolația turnată pentru înaltă tensiune (Recenzie:* Bercu A.) [1]

11—12, 446—447

8. 7 *Referate:* 1(5); 2(3); 3(4); 4(3); 6(4); 7(2); 8(2); 10(4); 11—12(2)

9 CZ 621.316 Rețele de distribuție. Intreruptoare. Dispozitive de protecție

CZ 621.316.545.1.002 (588)

9. 1 Preda, M. și Herșcovici, B.: *Separatoare de putere de producție indigenă realizate la „Electroputere" — Craiova*

11—12, 427—433

CZ 621.316.57.064.3

9. 2 Marinescu, I.: *Încercarea în rețea a întreruptorului IUP—10 la puterea de rupere*

2, 67—72

CZ 621.316.824.016.35 + 621.317.727.027.24

9. 3 Millea, A.: *Circuite stabilizatoare de tensiune alternativă cu rezistențe neliniare inerțiale*

7, 241—250

CZ 621.316.842 : 621.315.612.7

9. 4 Greceanu, M., Antohi, C. și Marcus, B.: *Tehnologia rezistențelor bobinate acoperite cu email sticlos*

2, 73—76

CZ 621.316.923.2.027.516.001.4 : 621.372.4.064.33

9. 5 Marinescu, I. și Pănoiu, A.: *Încercarea la putere de rupere a siguranțelor de înaltă tensiune în circuit oscilant*

7, 259—265

CZ 621.316.923.2.027.6 : 621.317.382.064.3

9. 6 Marinescu, I.: *Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune și mare putere în circuit oscilant*

4, 136—140

CZ 621.316.925.451 : 538.632

9. 7 Fränkel, D.: *Scheme pentru relee direcționale cu generator Hall*

1, 23—26

CZ 621.316.13.027.6.001.12

9. 8 Dejou, A. și Pelissier, R.: *L'évolution de la moyenne tension dans le reseaux de distribution d'électricité de France* (Recenzie: Avramescu, A.)

10, 386—387

CZ 621.316.3/9 : 620.197/199

9. 9 Richter, M. și Bartakova, B.: *Tropicalizarea echipamentului electrotehnic* (Recenzie: Bercu, A.)

10, 388—389

CZ 621.316.543.3 : 621.316.722.1 : 621.314.2

9. 10 *Comutator pentru reglajul tensiunii la transformatoare (Invenție)*

3, 120

9. 11 Referate: 1(3); 2(3); 3(3); 4(2); 5(3); 8(2); 10(3)

10. CZ 621.317.333 Măsurări electrice. Aparate electrice de măsură

CZ 621.317.333.82 : 621.313

10. 1 Cleja, V. și Vascan, T.: *Generator de impulsuri repetate pentru studiul comportării la impuls și defectoscopia mașinilor electrice rotative*

5, 180—188

CZ 621.317.39 : 536.531 : 621.382.111.1

10. 2 Birr, H.: *Avantajele și limitele măsurării temperaturii cu rezistențe semiconductoare*

7, 250—259

CZ 621.317.727.015.13.001.57 : 621.317.333.82

10. 3 Hortopan, Gh.: *Timpul de răspuns al unui divizor de tensiune ecranat*

9, 328—333

CZ 621.317.333.8 : 621.314.21/22.08

10. 4 Auth, W.: *Încercarea cu impulsuri a transformatoarelor de putere și de măsură* (Recenzie: Avramescu, A.)

9, 350—351

CZ 621.317.39 : 531.718

10. 5 *Aparat electropneumatic pentru controlul dimensional al pieselor. Brevet R.P.R. nr. 41 387 (Invenții)*

5, 199—200

CZ 621.317.334

10. 6 *Procedeu și aparat de măsură a variațiilor de impedanță (Invenții)*

4, 159—160

CZ 621.317.3

10. 7 Tarnay, K.: *Măsurători electronice (Recenzie:* Avramescu, B.)

11—12, 448

10. 8 *Referate:* 1 (3); 2 (3); 5 (1); 6 (3); 7 (2); 9 (9); 10 (1); 11—12 (3)

11. CZ 621.318 Magneți. Electromagneți

CZ 621.318.22.002.1 : 538.221

11. 1 Cedighian, S.: *O privire generală asupra magneților permanenți din aliajele Alni și Alnico elaborate în țară*

11—12, 401—407

CZ 621.318.22.003.1 : 621.313.33

11. 2 Ionescu, N.: *Considerații tehnico-economice cu privire la consumurile de tablă silicioasă pentru execuția mașinilor electrice*

8, 293—298

CZ 621.318.22.017.32 : 538.213

11. 3 Ianovici, M., Cosma, D. și Rottenstein, B.: *Contribuție la studiul caracteristicilor magnetice ale unui oțel extramoale pentru circuite magnetice cu cîmpuri intense*

7, 266—274

11. 4 *Referate:* 1 (1); 6 (2); 7 (1)

12. CZ 621.319.4 Condensatoare. Electrofiltre

CZ 621.319.52.001/002

12. 1 Fințescu, D., Zăroni, R., Șerbănescu, B., Herlea, A. și Lapedatu, E.: *Echipament electric pentru electrofiltre*

9, 333—343

CZ 621.319.4 : 621.315.616

12. 2 Renne T. V.: *Condensatoare peliculare cu dielectrici organici sintetici* (Recenzie: Bercu, A.)

11—12, 446

CZ 621.319.4.016.45

12. 3 Poliakov, B. A.: *Instalație de condensatoare pentru compensarea factorului de putere* (Recenzie: Barcu, A.)

5, 195—196

12. 4 Referate: 3(1); 6(2); 7(2); 8(3); 11—12(1)

13. CZ 621.327 Lămpi electrice

CZ 621.327.311 : 628.931.033.4

13. 1 Cividjian, A. Gr.: *Relație pentru aprecierea gradului de pîlpîire la sistemele de iluminat fluorescent*

10, 383—386

CZ 621.327.42 : 535.376

13. 2 *Perfecționări referitoare la izvoarele de radiații cu strat luminescent*

3, 120

CZ 621.32 *Iluminat.*

13. 3 *Referate:* 1 (2)

14. CZ 621.33 Tracțiune electrică

CZ 621.33(075.8)

14. 1 Cristea, M.: *Echipament electric pentru automobile* (Recenzie: Postelnicu, Gh.)

7, 275

14. 2 Referate: 3(1)

15. CZ 621.34 Aplicații mecanice ale electricității

CZ 621.34—52 : 621.313.223.2 : 622.24

15. 1 Fințescu, D., Dan, I., Zăroni, R. și Lapedatu, E.: *Automatizarea acționării cu motoare de curent continuu pentru echipamente de foraj*

8, 299—309

16. CZ 621.35 Electrochimie industrială

CZ 621.352.32.001.5 (498)

16. 1 Barosu, M., Sudreşan, S. şi Năstase, C.: *Baterii galvanice cu caracteristici superioare fabricate cu tipuri de bioxid de mangan de mare activitate*

4, 141—149

CZ 621.355.9 : 546.57

16. 2 Stancu, L. şi Ştefănescu, M.: *Consideraţii asupra îmbunătăţirii caracteristicilor electrice ale acumulatoarelor oxid de zinc-argint*

3,98—102

CZ 621.35

16. 3 Pesty, S.: *Element—acumulatoare (Recenzie: Ivaşcu, V.)*

10, 387—388

17. CZ 621.36 Termoelectricitate

17. 1 Referate: 7(1); 10(1)

18. CZ 621.371 Circuite oscilante

CZ 621.371 : 538.56

18. 1 Semenov, A. A.: *Teoria undelor electromagnetice (Recenzie)*

3, 114

18. 2 Referate: 1(2)

19. CZ 621.38 Amplificatoare magnetice

CZ 621.318.423 : 621.312

19. 1 Referate: 3(2)

20. CZ 628.9 Iluminatul electric

CZ 628.9 : 621.32

20. 1 Băilescu, A. şi Savopol, D.: *Iluminatul electric* (Recenzie: Florea, S.)

5, 196

CZ 628.9(028)

20. 2 Farajo, G. şi Maroti, G.: *Tehnica iluminatului* (Recenzie: Avramescu, B.)

11—12, 448

INDEX ALFABETIC DE AUTORI

A

Alexiu, I.: 4.6
Antohi, C.: 9.4
Antoniu, M.: 1.9
Areşteanu, H.: 4.2
Avramescu, A.: 1.11, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 6.6, 9.8 10.4
Avramescu, B.: 10.7, 20.2

B

Barosu, M.: 16.1
Baştiurea, Gh.: 6.4
Băbuţia, I.: 4.3
Bercu, A.: 3.3, 5.4, 5.18, 8.6, 9.9, 12.2, 12.3
Bichir, N. I.: 5.1, 5.15
Birr, H.: 10.2
Brînceni, C.: 6.3
Bunea, V.: 5.13

C

Capotă, I.: 8.2
Cedighian, S.: 11.1
Cividjian, A. Gr.: 13.1
Cleja, V.: 10.1
Constantinescu, C.: 7.1
Constantinescu, E.: 1.8, 3.2
Corlăţeanu, V.: 5.5, 5.10, 6.2
Cosma, D.: 11.3
Cotnăreanu, I.: 6.3
Cotta, Al.: 5.12
Cruceru, C.: 7.2

D

Dan, I.: 15.1
Drăgănescu, O.: 5.11

F

Fintescu, D.: 12.1, 15.1, 19.1
Florea, S. 20.1
Frănkel, D.: 9.7

G

Goldenberg, I.: 8.4
Greceanu, M.: 9.4
Groza, L.: 3.2
Gust, C.: 6.5

H

Herlea, A.: 12.1
Herşcovici, B.: 9.1
Hortopan, Gh.: 1.4, 10.3

I

Ianovici, M.: 11.3
Ionescu, N.: 11.2
Iruncă, M.: 5.3
Ivaşcu, V.: 16.3
Ivăşchescu, I.: 4.1

L

Lapedatu, E.: 12.1, 15.1
Lică, V.: 5.3, 8.3

M

Marcus, B.: 8.1, 9.4
Marinescu, I.: 9.2, 9.5, 9.6
Mastero, S.: 2.2
Melconian, V.: 8.1
Millea, A.: 9.3
Mirzan, E.: 1.6
Moceanu, I.: 4.5
Murgu, Z.: 6.2

N

Nedelcu, V. N.: 2.3, 2.4, 2.5, 5.6, 5.8, 5.16, 5.17
Năstase, C.: 16.1
Năzdrăvan, I.: 6.1

Nicolaide, A. : 5.9, 5.11
Nistor, Al. : 5.12
Nistor, Gh. : 6.4

O

Oprendeck, B. : 4.3

P

Pănoiu, A. : 9.5
Podani, E. : 8.2
Popescu, Ch. : 8.4
Postelnicu, Gh. : 14.1
Preda, M. : 9, 1

R

Rădulescu, C. : 6.1
Rochianu, D. : 4.1
Rottenstein, B. : 11, 3

S

Saal, C. : 5.14, 6.5
Sirian, E. : 4.1
Stancu, L. : 16.2
Sudrețan, S. : 16, 1

Ș

Șerbănescu, B. : 12.1
Ștefănescu, M. : 16.2

T

Tănăsescu, Fl. : 8.4
Tănăsescu, Gh. : 4.1
Tenţulescu, D. : 8.4
Todor, F. : 5.2
Toma, Gh. : 6.1

Ţ

Ţugulea, A. : 2.2

V

Vascan, T. : 10.1
Vasilescu, A. : 5.7
Vinaru, C. L. : 5.15

Z

Zăroni, R. : 12.1, 15.1

ÎNCEPÎND DE LA 1 IANUARIE 1964

VA APĂREA

Revista MATERIALE PLASTICE

(apariţie trimestrială),

editată de MINISTERUL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI ŞI CONSILIUL NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Revista va publica articole, studii, informaţii asupra producerii şi utilizării materialelor plastice în diverse ramuri ale industriei.

Abonamente se primesc pe adresa: Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei, Bucureşti, b-dl. N. Bălcescu nr. 16, Raionul 30 Decembrie, tel. 14.72.10/176 în contul de virament nr. 0136402—17, Filiala 30 Decembrie B.R.P.R.

Costul unui abonament anual pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri este de lei 30.
Costul unui abonament anual pentru instituţii este de lei 150.

TEMATICA PE ANUL 1964

1. ELECTROTEHNICA GENERALĂ

1.1. Metode noi de calcul. Introducerea metodelor noi de calcul în electrotehnică: calculul cu mărimi complexe, calculul matricial, tensorial, cu operatori diferenţiali, transformări funcţionale, Laplace, Fourier.
1.2. Maşini de calcul electronice, analogice şi cifrice. Adaptarea lor în problemele specifice. Principiile de funcţionare a maşinilor electronice de calcul.
1.3. Semiconductoare. Stabilirea structurilor. Soluţiile constructive şi tehnologice de fabricaţie a celulelor din Se şi Si. Aplicaţiile redresoarelor cu semiconductoare în electrotehnică. Construcţia şi aplicaţiile generatoarelor Hall în măsurători electrice pentru măsurarea curenţilor mari. Pile termoelectrice.
1.4. Aplicaţii moderne ale efectului Peltier.
1.5. Teoria generală a plasmei şi domeniile de utilizare în ştiinţă şi tehnică. Utilizarea plasmei în tehnologie.

2. INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ

2.1. Asimilarea de serii unitare moderne cu parametri ridicaţi în fabricaţia curentă. Principii de calcul tehnico-economic. Proiectarea şi construcţia elementelor seriei, stabilirea unei tehnologii moderne de fabricaţie.
2.2. Îmbunătăţirea calităţii produselor prin proiectări, alegerea şi controlul eficace al calităţii materialelor şi al procesului de fabricaţie, cu aplicaţii în domeniul aparatajului electric.
2.3. Introducerea mecanizării şi automatizării în procesele tehnologice ale producţiei cu scopul ridicării productivităţii muncii.
Linii automate de prelucrat repere de serie.
2.4. Fabricaţia în mare serie a bunurilor de larg consum electrotehnice: răcitoare şi încălzitoare electrice, fiare de călcat, ventilatoare, aspiratoare de praf etc.

3. MAŞINI ELECTRICE

3.1. Ventilaţia maşinilor. Stabilirea caracteristicilor ventilatoarelor radiale şi axiale, a rezistenţei aerodinamice. Activitatea răcirii prin ventilaţie.
Îmbunătăţirea răcirii cu apă, cu ulei. Metode de calcul şi experimentări pentru evaluarea efectului de răcire. Aplicaţii la maşini în fabricaţie sau exploatare.
3.2. Vibraţia şi zgomotul maşinilor. Elaborarea unor metode de măsurare, stabilirea de măsuri pentru reducerea vibraţiilor şi a zgomotului produs. Propuneri pentru maşinile de pe vehicule, maşinile de birou şi din gospodării.
3.3. Pătrunderea undelor de impuls în maşini. Lămurirea fenomenelor fundamentale, elaborarea de metode şi aparate de măsurare. Experimentări. Aplicaţii la mărirea stabilităţii faţă de impulsuri a maşinilor ce se racordează direct la linii de înaltă tensiune. Elaborarea de metode de defectoscopie pe bază de impulsuri şi introducerea lor în fabricaţie.
3.4. Elaborarea, proiectarea, tehnologia şi fabricaţia seriilor unitare de maşini asincrone. Compararea cifrelor caracteristice cu cele ale unor serii moderne. Serie de maşini asincrone cu poli comutabili dezvoltată din seria actuală de maşini asincrone normale. Serie unitară de maşini mari asincrone de 100—1 000 kW. Propuneri de principii în vederea elaborării. Compararea economică a soluţiilor.
3.5. Maşini electrice speciale. Construcţia generatoarelor de medie frecvenţă. Construcţia şi funcţionarea maşinilor de sudură speciale. Maşini cu înfăşurări imprimate.
3.6. Reglajul automat al tensiunii generatoarelor sincrone. Metode şi scheme de reglare cu şi fără excitatoare. Excitarea statică cu redresoare. Automatizarea reglării.
3.7. Maşini electrice cu regim greu de funcţionare. Dimensionarea şi construcţia maşinilor cu porniri şi inversiuni frecvente, cu aplicaţii în industria extractivă, metalurgică, la maşini de ridicat etc.
3.8. Îmbunătăţirea caracteristicilor de funcţionare a maşinilor electrice. Caracteristici mecanice corespunzătoare sistemelor de acţionare. Eliminarea factorilor ce limitează buna funcţionare sau domeniul de reglaj. Obţinerea unui randament optim în exploatare.

4. TRANSFORMATOARE

4.1. Răcirea transformatoarelor mari. Forţarea răcirii cu aer şi cu ulei. Construcţia răcitoarelor cu randament mare. Calcule tehnico-economice.
4.2. Stabilitatea transformatoarelor electrice de scurtcircuit.
4.3. Stabilitatea la impulsuri de tensiune. Repartizarea tensiunii de impuls pe înfăşurări în diferite conexiuni. Oscilaţii tranzitorii şi staţionare. Dispozitive şi metode de măsurare.
4.4. Coordonarea şi reducerea degresivă, progresivă a izolaţiei. Scăderea nivelului de izolaţie internă. Calcule tehnico-economice.
4.5. Seria unitară de transformatoare cu bobinaj de aluminiu. Principii de dimensionare optimă. Calcule tehnico-economice.
4.6. Transformatoare uscate, antideflagrante, antiexplozive. Metode de proiectare, experimentări pe modele, propuneri constructive pentru utilizări în mine şi în industria chimică.
4.7. Reglajul sub sarcină a transformatoarelor şi autotransformatoarelor. Soluţii constructive. Reglajul automat şi reglajul transformatoarelor acţionînd în paralel.
4.8. Comportarea transformatoarelor cu tole texturate.
4.9. Transformatoare de încercare la înaltă tensiune. Construcţii speciale economice.

5. REDRESOARE

5.1. Redresorul cu siliciu simplu şi comandat. Performanţe, fabricare, experimentări.
5.2. Redresorul cu carbură de siliciu. Proprietăţi.
5.3. Utilizarea redresoarelor cu semiconductoare: în scheme de autoexcitaţie a maşinilor sincrone, în schemele cu amplificatoare magnetice, la agregatele de sudură, la locomotivele electrice. Parametri, scheme funcţionale, randament, economicitate.

6. MATERIALE ELECTROTEHNICE

6.1. Aluminiul ca înlocuitor al cuprului în electrotehnică. Aliaje din Al turnate, cu conductibilitate termică mare.
6.2. Aliaje rezistive. Posibilităţile de fabricare în ţară. Proprietăţi, utilizare, aplicaţii.
6.3. Cabluri şi conductoare izolate. Tehnologie. Proprietăţi. Construcţii.
6.4. Izolanţi superiori. Mică, micabandă, micafoliu. Materiale plastice noi. Bachelite, polietilene, poliamide. Răşini şi lacuri din materiale sintetice. Elaborarea, tehnologia, proprietăţile şi utilizările materialelor siliconice, epoxidice, poliesterice etc. Proprietăţi, aplicaţii.
7.5. Turnarea în răşini epoxidice a bobinajelor şi izolatoarelor.
6.6. Izolatoare. Izolatoare-clopot din sticlă călită. Performanţe, economii în comparaţie cu izolatoarele din porţelan. Izolatoare de trecere de înaltă tensiune.
6.7. Uleiul izolant. Determinarea caracteristicilor. Stabilitatea uleiurilor în condiţii de exploatare.
6.8. Proprietăţile şi tehnologia prelucrării tolei laminate la rece. Construcţia modernă a miezurilor magnetice.

7. ECHIPAMENTUL REȚELELOR ELECTRICE

7.1. Stații și posturi cu celule prefabricate de distribuție interioară cu aparataj unificat.
7.2. Normalizarea unui sistem de panouri de joasă tensiune. Dimensionări, gabarite și asigurarea interșanjabilității.
7.3. Contactoare moderne. Studii și experimentări privind cinematica și comportarea la solicitări de durată. Uzura electrică a contactelor. Uzura mecanică. Comportarea la inversări dese.
7.4. Condensatoare. Soluții constructive noi. Comportarea în exploatare.
7.5. Întreruptoare de înaltă tensiune. Performanțele camerelor de stingere elementare. Conexiunea și compunerea din elemente. Comparația tipului cu ulei puțin și cu aer comprimat. Comportarea în rețea. Stabilitatea față de solicitări speciale. Deconectarea defectului kilometric a liniilor lungi, a capacităților și inductanțelor. Încercarea întreruptoarelor la puterea de rupere, metode sintetice de încercare.
7.6. Serii unitare de siguranțe fuzibile: cu bușon, rapide și cu întîrziere. Dimensionarea fuzibilului. Calculul încălzirii, experimentări asupra încălzirii.
7.7. Descărcătoare cu rezistență variabilă cu suflaj magnetic. Teoria și eficacitatea suflajului magnetic. Elaborarea de construcții noi cu performanțe superioare. Încercări pe modele.
7.8. Regulatoare de putere și frecvență în sisteme electrice. Studiul teoretic al comportării la transfer, constante de timp. Confirmări experimentale, propuneri pentru asimilări și pentru îmbunătățirea exploatării. Reglajul tensiunii și curentului cu amplificatoare magnetice cu aplicații la alimentări cu tensiune constantă, la motoare sincrone, la agregate de alimentare a unor instalații speciale cu filtrele electrostatice etc.

8. MĂSURĂRI ELECTRICE

8.1. Oscilografe. Descrierea funcționării, aplicații speciale la înregistrarea fenomenelor tranzitorii rapide.
8.2. Sonde Hall pentru măsurarea curenților, puterii etc. Scheme și dispozitive. Precizia măsurărilor.
8.3. Principiile de funcționare și utilizare ale aparatelor numerice de măsură (voltmetru, frecvențmetru etc.).
8.4. Măsurarea variației cuplului mașinilor asincrone la pornire, frînare, reglare.

9. UTILIZĂRI ELECTROTEHNICE

9.1. Tracțiunea electrică și Diesel electrică. Sistemul cu frecvență industrială în firul de cale. Scheme electrice. Echipament electric cu performanțe ridicate.
9.2. Acționări electrice moderne, cu comandă automată statică (cu semiconductoare și amplificatoare magnetice). Aplicații la mașinile de ridicat, la troliile sondelor petroliere etc.
9.3. Electrochimia. Electroliza industrială. Instalații de alimentare cu curent continuu. Acumulatoare cu Pb și cu NiFe. Microacumulatoare, construcții noi și performanțe.
9.4. Electrocăldura. Aparate electrotermice casnice, construcții moderne și performanțe. Cuptoare electrice, tipuri moderne. Funcționare și reglare automată. Electrocăldura în industrie.
9.5. Iluminatul electric modern cu lămpi fluorescente. Scheme pentru conectarea și gruparea tuburilor. Calculul iluminatului de interior și exterior.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1963 DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONTJA

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU; prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, membru coresp. al Acad. R. P. R.; Acad. dr. ing. A. AVRAMESCU — redactor responsabil; ing. V. BUNEA; ing. V. CIOFU; prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU; ing. AL. GRECEANU; ing. ȘT. GROSU; conf. ing. G. HORTOPAN — redactor responsabil adjunct; conf. ing. G. LAZARIDE; ing. A. POPA; prof. ing. CRISTINA POPESCU; ing. VL. POPOVICI; Acad. prof. dr. ing. R. RĂDULET; ing. ST. ȚIGANETEA; ing. R. VLĂDOIANU.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. — Redacția și administrația, București, str. Ion Ghica nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu. Telefon: 13.84.16. Revista este editată de M.I.C.M. Abonamentele se primesc la Administrarea revistei. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul de virament: Publicațiile Tehnice M.I.C.M. — cont 026.002. — B.R.P.R. — Filiala 30 Decembrie, București. Tarif pentru întreprinderi: 100 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. Costul unui exemplar lei 10. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informația" str. Brezoianu nr. 23—25, București, c. 229.

41 400

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală, tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R., privind îndeosebi introducerea tehnicii noi, ridicarea calității produselor, reducerea prețului de cost, creșterea productivității muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să conțină propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, va fi anexat lucrării.

6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic — ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie, pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.

10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cum și figuri sau tabele) atît cele speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcrieri originale. Pentru cărți: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editurii, anul. Pentru articole: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, volumul, numărul și anul, paginile.

Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină (față), la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

12. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicații.

13. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcții, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.

14. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

15. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

SOMMAIRE

CD 621.318.22.002.1 : 538.221

Cedighian, S. : **Un vue d'ensemble sur les aimants permanents fabriqués à l'aide des alliages Alni et Alnico préparés en Roumanie.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 401–407

On donne des détails sur les différents alliages Alni et Alnico utilisés en Roumanie, dont les uns sont conformes aux compositions standard et les autres sont élaborés à des fins spéciales, comme les alliages Alni 28 et Alnico 15. On indique, dans des tableaux et sous forme de courbes de désaimantation, les caractéristiques magnétiques des différents alliages (valeurs minima et optima).

CD 621.312 : 621.313.33.002.7

Oprendeck, B. et *Băbuţia, I.* : **Sur l'efficacité du contrôle technique de série appliqué aux machines d'induction.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 408–415

Les auteurs analysent l'efficacité technique et économique du contrôle de série appliqué aux machines d'induction. Les conclusions théoriques de l'étude sont confirmées par un vaste matériel expérimental et l'on constate que certaines épreuves ont une éfficacité réduite. On propose l'élimination de ce défaut par le changement du contenu technique des épreuves, en indiquant, pour solution, deux alternatives.

CD 621.314.2.025.1 : 620.193.2

Brînceni, C. et *Cotnăreanu, I.* : **Une série de transformateurs monophasés à huile qui satisfont les conditions tropicales.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 415–420

On présente une série de transformateurs monophasés ayant des caractéristiques électriques et constructives qui correspondent aux normes américaines, ce qui a exigé l'adoptino de nouvelles solutions pour leur construction en Roumanie.

CD 621.315.617.4 : 621.312

Lică, V. : **Matériels électroisolants à base de silicones.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 420–426

On examine les matériels électroisolants à base de silicones du point de vue de leur influence technique sur les caractéristiques des machines et des transformateurs en général. En même temps on présente les matériels électroisolants à base de silicones réalisés en Roumanie.

CD 621.316.545.1.002 (498)

Preda, M. et *Herşcovici, B.* : **Séparateurs de puissance réalisés aux usines „Electroputere" de Craiova.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11, p. 427–433

Lea auteurs décrivent la réalisation de quelques séparateurs de puissance pour lesquels on a utilisé des éléments originaux. On indique les éléments de la construction, les paramètres techniques et économiques et les essais effectués.

CD 621.315.612.4 : 537.228.1

Marcus, B. et *Melconian, V.* : **Eléments piézo-électriques en céramique à base de $BaTiO_3$.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 433–440

On expose les problèmes généraux de la réalisation des éléments piézo-électriques en céramique à base de $BaTiO_3$, on définit le tenseur module piézo-électrique de la céramiqne à base de titanat de baryum et on établit une méthode pour son mesurage. On donne les résultats obtenus et on indique les applications de ces traducteurs.

CD 621.313.1 : 621.317.39 : 534.441

Bichir, N. et *Vinaru, L.* : **Méthodes pratiques pour mesurer le bruit des machines électriques rotatives.**

Electrotehnica 11 (1963), no. 11–12, p. 440–445

L'article a pour but d'établir une méthode de mesurage qui permette une appréciation objective du bruit des machines électriques.

COMPTES RENDUS — EXTRAITS — CHRONIQUE BRÈVES NOUVELLES — INVENTIONS — SOMMAIRE ANNUEL — PLAN THÉMATIQUE POUR L'ANNÉE 1964

TITLURI DOCUMENTARE

CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.13:669.71

Köhler, G. **Utilizarea aluminiului la motoarele electrice de putere pînă la circa 1 000 kw.** In : Elektrie 16, nr, 11, nov. 1962, p. 107—114, 10 ref. bibl.

CZ 621.313.2:621.316.718

Trachtenberg, R. M. **Regulator static discret de turaţie a motoarelor electrice de curent continuu.** In : Avtomatika i telemehanika 24, nr. 1, ian. 1963, p. 64—74, 4 fig. 11 ref. bibl.

CZ 621.313.33:621.316.718

Kotrikov, K.P. **Influenţa saturaţiei circuitului magnetic al unei maşini asincrone asupra caracteristicilor acesteia în cazul reglării turaţiei prin variaţia frecvenţei.** In : Izv. vîsş. ucebn. zavedenii elektromehanica, nr. 12, 1962, p. 1372—1378, 5 fig. 4 ref. bibl.

CZ 621.314 TRANSFORMATOARE. CONVERTIZOARE. REDRESOARE

CZ 621.314.2.017.2/3.001.24

Gambarelli, L. **O metodă aproximativă pentru determinarea pierderilor de transformare.** In : Energ. Elektr. 40, nr. 2, febr 1963, p. 126—133, 8 fig.

CZ 621.314.21.001.4

Klonmer, A. **Dispozitive pentru controlul înbătrînirii şi siguranţei de funcţionare a transformatoarelor.** In : Elektrizit. Wirtsch. 61, nr. 24, 20 dec 1962, p. 906—908, 2 fig., 3 ref. 3 bibl.

CZ 621.314.26

Davidson, J. şi *Oscarson, G. L.* **Cuplarea în paralel a convertizoarelor de frecvenţe fără deplasarea statorului.** In : Electr. enging. 81, nr. 12, dec 1962, p. 970—971, 1 fig.

CZ 621.314.63.001.4

* * * **Instalaţii cu dimensiuni reduse pentru verificat redresoare cu siliciu.** In : Funkschau 34, nr. 24, dec 1962, p. 648, 1 fig.

CZ 621.315.6 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE. SUPORŢI

CZ 621.315.61.027.2

Gugot, H. **Imbunătăţirea izolaţiei electrice la temperaturi ridicate între circuitele de joasă tensiune.** In : Composants électron., nr. 40, ian 1963, p. 2—10, 5 fig. 9 ref. bibl.

CZ 621.315.614.64.017

Varsawski, D. S. **Studiu privind pierderile în cazul unui dielectric format din mai multe straturi de hîrtie de condensator impregnată.** In : Izv. vîsş. ucebn. zavedenii elektromehanika, nr. 12, 1962, p. 1 420 — 1 423, 5 fig. 4 ref. bibl.

CZ 621.315.624:666.593.042.22

Bugai, P.M. **Mărirea duratei de serviciu a capsulelor pentru izolatoare de suspensie.** In : Steklo i keramika 20, nr. 1, ian 1963, p. 23—25, 1 fig., 2 tab.

CZ 621.315.624.001.4

Schmidt, O.H. **Verificarea în exploatare a izolatoarelor tip tijă. Rezultatele unei statistici de defecte pentru anii 1956 — 1960.** In : Energietechn. 12, nr. 12, dec 1962, p. 545—551, 12 fig., 2 tab., 12 ref. bibl.

CONTENTS

DC 621.318.22.002.1 : 538.221

Cedighian, S. : **A general outlook on the permanent magnets made of Alni and Alnico alloys elaborated in the R.P.R.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 401–407

Some details are given concerning the different Alni and Alnico alloys used in our country, some of which corresponding to certain standard compositions, some others including the Alni 28 and Alnico 15 alloys elaborated to meet some special requirements. The magnetic characteristics of different alloys are presented in form of tables and demagnetization curves (minimum and optimum values).

DC 621.312 : 621.313.33.002.7

Oprendeck, B. and *Băbuţia, I.* : **On the efficiency of the serial technical control of induction machines.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 408–415

The paper analyses the technical and economic efficiency of the serial control of induction machines. The theoretical conclusions of this study have been confirmed by an extensive experimental material. As some of the tests were found to be of low efficiency, it is suggested to overcome this drawback by changing the technical content of the tests. Two alternative solutions are pointed out.

DC 621.314.2.025.1 : 620.193.2

Brînceni, C. and *Cotnăreanu, I.* : **A series of single-phase oil transformers in tropicalized execution.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 415–420

One presents a series of single-phase transformers whose electrical and constructive characteristics correspond to american standards therefore requiring some new solutions in our country.

DC 621.315.617.4 : 621.312

Lică, V. : **Electroinsulating materials based on silicones.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 420–426

One discusses the electroinsulating materials based on silicones from the viewpoint of their technical influence on the characteristics of different machines and transformers. Some information is given concerning the Rumanian-made electroinsulating materials based on silicones.

DC 621.316.545.1.002 (498)

Preda, M. and *Herşcovici, B.* : **The power separators produced by „Electroputere" works in Craiova.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 427–433

After describing the realisation of some power separators by means of original elements, the paper presents the constructive elements and the technical-economical parameters of these products, as well as the tests to which they have been subjected.

DC 621.315.612.4 : 537.228.1

Marcus, B. and *Melconian, V.* : **Piezoelectrical elements from $BaTiO_3$ ceramics.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 433–440

One presents the general problems connected with the production of piezoelectrical elements from $BaTiO_3$ ceramics, defining the piezoelectrical modulus tensor of the ceramics based on barium titanate and establishing the relevant measuring method. The experimental results and the application of such transducers are pointed out.

DC 621.313.1 : 621.317.39 : 534.441

Bichir, N. and *Vinaru, L.* : **Practical methods of measuring the noise produced by electrical rotary machines.**

Electrotehnica 11 (1963), nr. 11–12, p. 440–445

The purpose of this work is to establish a measuring method allowing an objective appreciation of the noise produced by electrical machines.

REVIEWS — ABSTRACTS — CHRONICLE — BRIEF NEWS — PATENTS — ALPHABETICAL SUBJECT FOR 1963 — THE THEMATICS IN 1964

CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE. INTRERUPTOARE

C.Z 621.316.573

Seck, A. şi *Wierny, H.* **Reţele de joasă tensiune fără siguranţe fuzibile.** In : Electrotehn. Z. (ETZ—B) 15, nr. 10, 13 mai 1963, p. 280—285, 6 fig., 3 tab., 4 ref. bibl.

CZ 621.316.573 ; 621.313.333

Göhling, E. şi *Pfeiffer, A.* **Alegerea dispozitivelor de protecţie a motoarelor.** In : Electrotechn. Z. (ETZ—B), 15, nr. 10, 13 mai 1963, p. 286—289, 9 fig., 8 ref. bibl.

C Z 621.316.98(09)

Müller, H. D. **Dimensionarea deseăreătoarelor bazată pe consideraţii istorice.** In : Elektrotechn. Z. (ETZ—B) 15, nr. 10, 13 mai 1963, p. 273—279, 10 fig. 6 tab., 33 ref. bibl.

CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ

C Z 621.317.2:621.3.014.3

Au. A. **Utilizarea scurtcircuitelor nesimultane pentru mărirea parametrilor de rezistenţă ai spaţiilor de mare putere.** In : Przegl. elektrotechn. 38, nr. 12, dec 1962, p. 521—524, 7 fig.

C Z 621.317.2:621.3.014.3

Macat, J. **Probleme privind scurtcircuitele nesimultane în circuitele trifazate ale laboratoarelor de mare putere.** In : Przegl. Elektrotechn. 38, nr. 12, dec 1962, p. 507—511.

C Z 621.317.791

Gratzi, L. **Un nou aparat industrial universal pentru măsurat curentul, tensiunea cos φ şi sin φ în timpul exploatării fără întreruperea conductei.** In : Maschinenwelt und Elektotechn. 17, nr. 13, dec. 1962, p. 621.

CZ 621.319 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE ELECTROSTATICII

C Z 621.319.339.001.2

Jolivet, P. **Perfecţionări aduse maşinilor electrostatice.** In : Rev. gén. électr. 47, nr. 1, ian 1963, p. 27—42.

C Z 621.319.4.022

Pinkovsky, W. **Condensatoare pentru curenţi tari folosiţi în întreprinderile industriale şi în instalaţiile de distribuţie.** In : Elektro. Anz. 15, nr. 33, 28 nov. 1962, p. 453—456, 10 fig., 12 ref. bibl.

C Z 621.319.45:669.71

Naef, G. **Condensatoare electrolitice cu aluminiu, de capacitate constată.** In : Bull. ASE 53, nr. 25,15 dec 1962, p. 1217—1221, 9 fig.

C.Z. 621.319.71:621.311.6

Schulz, R. **Instalaţie de înaltă tensiune pentru filtre electrice de precipitare.** In : Elektrizit. Wirtsch. 62, nr. 8, 20 apr 1963, p. 260—263, 7 fig. 4 ref. bibl.

CZ 621.335 LOCOMOTIVE ELECTRICE. AUTOMOTOARE

C Z 621.335.2,.31"

Kugler, D. H. **Locomotivele electrice de azi.** In : Elektrotechnik 45, nr. 10, 13 apr 1963, p. 163—166, 7 fig.

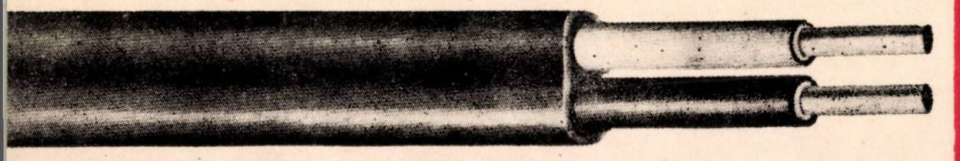
C.Z. 621.335—835 :621.316.718

*** * * Reglarea vitezei vehiculelor electrice cu ajutorul dispozitivelor semiconductoare.** In : Elektro. Anz. 15, nr. 36, 27 dec 1962, p. 510—511, 2 fig.

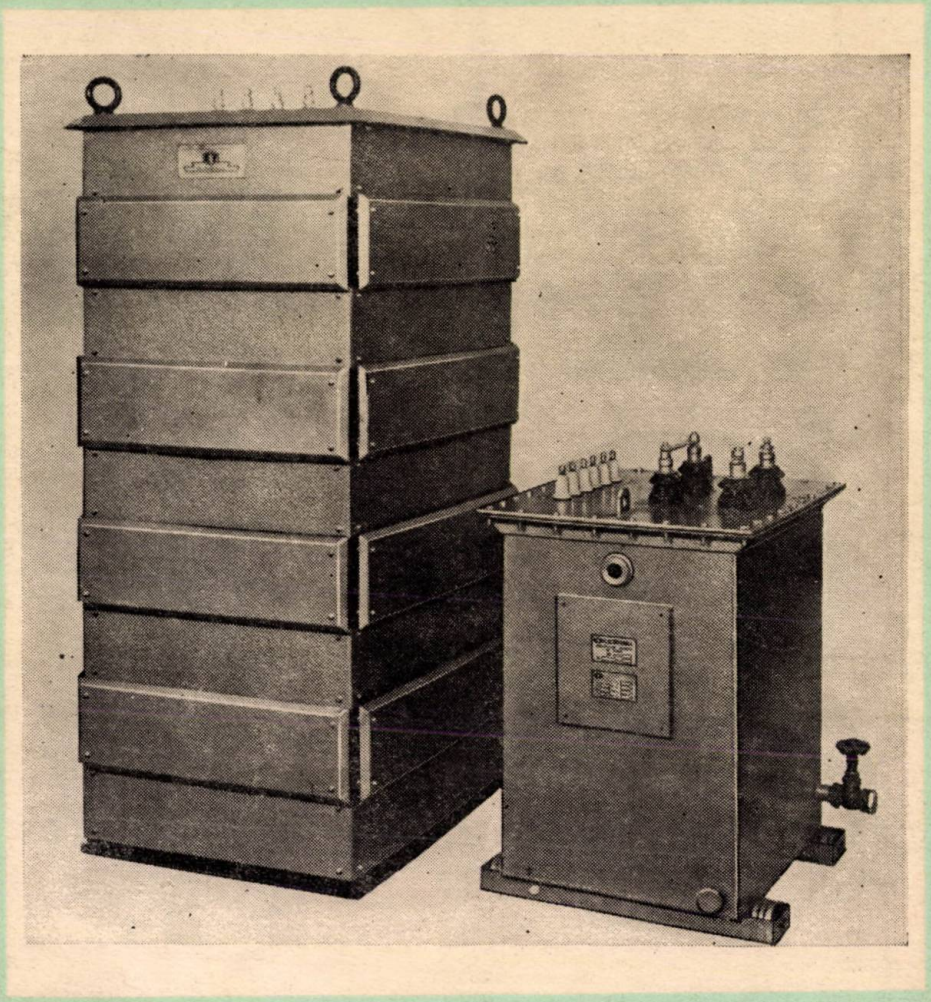
MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963 ORSZÁGOS

FABRICA DE CABLURI ŞI MATERIALE ELECTROIZOLANTE

- UN BOGAT SORTIMENT DE CABLURI DE FORŢĂ, CU IZOLAŢIE DE HÎRTIE ŞI MATERIALE PLASTICE
- CONDUCTE ELECTRICE PENTRU INSTALAŢII
- CONDUCTORI DE BOBINAJ IZOLAŢI CU EMAIL, HÎRTIE, MĂTASE, FIRE DE STICLĂ
- CORDOANE ELECTRICE PENTRU UZ CAZNIC
- LACURI ŞI MATERIALE ELECTROIZOLANTE



FCME



Fotografia de pe coperta I reprezintă un aspect din fabricația tabloului de camandă TC G_1 — destinat unui concasor giratoric, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă un amplificator magnetic de putere cu redresor AMSU—55 kVA.

I. P. „Informația". c. 229

LEI 5